

**SKRIPSI**

**OPTIMASI JUMLAH SUMUR RESAPAN DI WILAYAH**

**KOTA BATU**



Disusun oleh:

**HERDEMAN MARTSON YUDO PRATAMA SABUNA**

**08.23.006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**KONSENTRASI TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

**MALANG**

**2014**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**OPTIMASI JUMLAH SUMUR RESAPAN**  
**DI WILAYAH KOTA BATU**

Telah Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji sidang Skripsi Jenjang Strata Satu  
(S-1) Jurusan Teknik Sipil S-1 Konsentrasi Teknik Sumber Daya Air

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 21 - Agustus - 2014

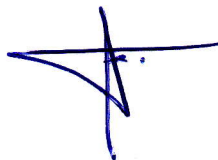
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**HERDEMAN MARTSON YUDO PRATAMA SABUNA**  
**08.23.006**

Disahkan Oleh :

Ketua



**Ir. A. Agus Santosa, MT**

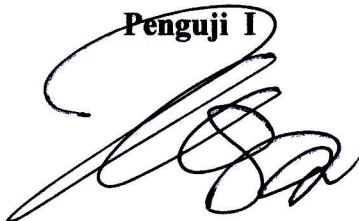
Sekretaris



**Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT**

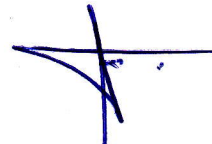
Anggota Penguji :

Penguji I



**Ir. H. Hirijanto, MT**

Penguji II



**Ir. A. Agus Santosa, MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**KONSENTRASI SUMBER DAYA AIR**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**MALANG**  
**2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI JUMLAH SUMUR RESAPAN  
DI WILAYAH KOTA BATU**

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional Malang

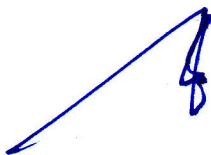
*Disusun oleh:*

**HERDEMAN MARTSON YUDO PRATAMA SABUNA**

**08.23.006**

Disetujui Oleh :

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Kustamar, MT**

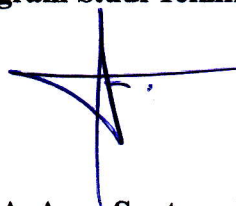
**Dosen Pembimbing II**



**Erni Yulianti, ST, MT**

**Mengatahui:**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



**( Ir. A. Agus Santosa, MT )**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KONSENTRASI SUMBER DAYA AIR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2014**

## **“OPTIMASI JUMLAH SUMUR RESAPAN DI WILAYAH KOTA BATU”**

Oleh : Herdeman M.Y.P.Sabuna, NIM : 0823006

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Kustamar., MT., Dosen Pembimbing II : Erni Yulianti.ST, MT

---

### **ABSTRAKSI**

Perubahan tata guna lahan berpengaruh terhadap kemampuan lahan dalam meresapkan air, yang dalam hidrologi ditandai dengan adanya (C), banjir adalah salah satu akibat dari meningkatnya koefisien pengaliran (C) tersebut. Lahan kritis pada Wilayah Kota Batu semakin meluas setiap tahunnya dari peta kekritisian lahan berdasarkan kemampuan meresapkan air hujan jumlah lahan kritis di Kota Batu sebesar 1462,726 Ha atau 8,02 % dari luas total Kota Batu yaitu 18246,326 Ha (Spectra, Vol.22, Juli 2012), hal ini mengakibatkan limpasan permukaan pada musim penghujan akibat air hujan tidak dapat meresap kedalam tanah.

Tujuan studi ini adalah untuk menghasilkan sebaran jumlah dan kepadatan sumur resapan per luasan penggunaan lahan yang tepat sesuai keadaan topografi dan peta tataguna lahan, sehingga dapat mengurangi debit limpasan permukaan secara optimal.

Dari hasil analisa diperoleh variasi koefisien pengaliran untuk masing-masing penggunaan lahan yaitu antara 0,55-0,70 untuk penggunaan lahan fasilitas umum, industri, perumahan dan pergudangan, antara 0,45-0,63 kawasan pariwisata, kawasan militer dan pemukiman, antara 0,58-0,73 perdagangan dan jasa. Sebaran Intensitas untuk kala ulang 5 tahun di Wilayah Kota Batu ; 12,77 pada stasiun Ngaglik, 11,68 pada stasiun Ngujung, 12,43 pada stasiun Pendem, 10,84 pada stasiun Teras, 11,26 pada stasiun Tinjomoyo, 10,53 pada stasiun Tlekung. Berdasarkan data dan SK SNI. T - 06 - 1990 - F direncanakan sumur resapan tipe II dengan diameter 0,8m dan kedalaman 3m. Dapat diambil kesimpulan bahwa analisa jumlah sumur resapan berdasarkan volume genangan lebih sedikit dibandingkan jumlah sumur resapan berdasarkan SK SNI. T-06-1990-F, dan berdasarkan hasil perbandingan jumlah optimal sumur resapan di wilayah kota batu adalah 406

**Kata kunci : koefisien pengaliran, sumur resapan, intensitas hujan**



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
ABSTRAKSI .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
<b>BAB I : PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Kajian Pustaka.....	6
2.2 landasan Teori .....	9
2.2.1 Analisa Kelerengan .....	9
2.2.2 Analisa Penggunaan Lahan .....	9
2.2.3 Analisa Intensitas Hujan.....	11

2.2.4 Metode Konservasi Secara Sipil Teknis .....	18
2.2.4.1 Sumur Resapan .....	19
2.2.4.2 Analisa Jumlah Sumur Resapan .....	21
2.2.5 Sistem Informasi Geografis .....	23
2.2.6 Komponen Sistem Informasi Geografis .....	24
2.2.7 Manfaat SIG .....	29
2.2.8 Analisis Spasial.....	29
<b>BAB III : METODE PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Metode Pengumpulan Data .....	34
3.2 Metode Analisa Data.....	35
3.2.1 Proses Pembuatan Peta .....	35
3.2.2 Analisa Koefisien Pengaliran .....	47
3.2.3 Analisa Hujan Rancangan .....	48
3.2.4 Analisa Run Off (Qro).....	49
3.2.5 Analisa Kebutuhan Jumlah sumur Resapan .....	50
3.2.6 Analisa Pengurangan Volume Genangan/Run Off (Qro) Setelah Pembuatan sumur resapan .....	50
3.3 Bagan Alir (Flow Chart) Penelitian.....	51
<b>BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
4.1 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C).....	52
4.2 Analisa Intensitas Hujan .....	58
4.2.1 Cara Polygon Thiessen.....	58
4.2.2 Analisa Curah Hujan Rancangan.....	58
4.2.2.1 Metode Gumbel .....	59
4.2.2.2 Metode Log Pearson Type III.....	64

4.2.2.3 Intensitas Hujan .....	73
4.3 Analisa Sebaran Sumur Resapan .....	76
4.3.1 Analisa Volume Genangan .....	76
4.3.2 Analisa Jumlah dan Kepadatan Sumur Resapan .....	79
<b>BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>104</b>
5.1 Kesimpulan .....	104
5.2 Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai C Pada Topografi .....	9
Tabel 2.2 Nilai Koefisien Pengaliran (C) Penggunaan Lahan .....	10
Tabel 2.3 Faktor Geometri Sumur .....	20
Tabel 2.4 Nilai Permeabilitas Tanah .....	21
Tabel 2.5 Jumlah Sumur Resapan air hujan Dengan Dinding Kedap .....	22
Tabel 4.1 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) Untuk Kelerengan di Wilayah Kota Batu .....	52
Tabel 4.2 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) Untuk penggunaan Lahan di Wilayah Kota Batu .....	53
Tabel 4.3 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) Pada Setiap Penggunaan Lahan .....	55
Tabel 4.4 Data Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Ngaglik .	59
Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode E.J. Gumbel Pada Stasiun Hujan Ngaglik .....	59
Tabel 4.6 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang Tertentu Metode Gumbel Pada Stasiun Hujan Ngaglik .....	61
Tabel 4.7 Uji Simpangan Vertikal -1 .....	62
Tabel 4.8 Uji Simpangan Vertikal-2 (Chi-Square) .....	62
Tabel 4.9 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof Pada Probabilitas E. J. Gumbel .....	64
Tabel 4.10 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III Pada Stasiun Hujan Ngaglik .....	65
Tabel 4.11 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III Pada Stasiun Hujan Ngaglik .....	66



Tabel 4.12 Uji Simpangan Vertikal -1 Metode Log Pearson Type III .....	66
Tabel 4.13 Uji Simpangan Vertikal-2 (Chi-Square) Metode Log Pearson Type III.....	67
Tabel 4.14 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof Pada Probabilitas Log Pearson Type III.....	68
Tabel 4.15 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Ngaglik.....	69
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Ngaglik....	69
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Pada Stasiun Ngaglik.....	69
Tabel 4.18 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Ngujung.....	69
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Ngujung...	70
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Pada Stasiun Ngujung .....	70
Tabel 4.21 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Pendem.....	70
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Pendem....	70
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Pada Stasiun Pendem.....	70
Tabel 4.24 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Temas .....	71
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Temas .....	71
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Pada Stasiun Temas.....	71
Tabel 4.27 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Tinjomoyo .....	71
Tabel 4.28 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Tinjomoyo .....	72
Tabel 4.29 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Pada Stasiun Tinjomoyo.....	72
Tabel 4.30 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Tlekung .....	72
Tabel 4.31 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Tlekung ...	72

Tabel 4.32 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Pada Stasiun Tlekung .....	72
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang Pada Stasiun Ngaglik.....	73
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang Pada Stasiun Ngujung.....	74
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang Pada Stasiun Pendem.....	74
Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang Pada Stasiun Temas .....	74
Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang Pada Stasiun Tinjomoyo .....	74
Tabel 4.38 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang Pada Stasiun Tlekung .....	74
Tabel 4.39 Analisa Volume Genangan (Qro) Pada Setiap Penggunaan Lahan .....	77
Tabel 4.40 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (K) di Wilayah Kota Batu	79
Tabel 4.41 Analisa Kapasitas Sumur Resapan dan Jumlah Sumur Resapan.	81
Tabel 4.42 SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan 100% .....	86
Tabel 4.43 SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan 100% Yang Telah Disesuaikan Dengan Intensitas Hujan Rata-rata Wilayah Kota Batu .....	87
Tabel 4.44 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Fasilitas Umum .....	90
Tabel 4.45 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Industri Pergudangan.....	92
Tabel 4.46 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Kawasan Wisata .....	95

Tabel 4.47 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Kawasan Militer .....	96
Tabel 4.48 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Perdagangan dan Jasa .....	99
Tabel 4.49 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Perumahan ...	101

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Wilayah Study .....	5
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi .....	6
Gambar 2.2 Polygon Thiessen .....	13
Gambar 2.3 Proses Aliran SIG .....	27
Gambar 2.4 Model Data Raster.....	28
Gambar 2.5 Model Data Vektor.....	28
Gambar 2.6 Pengelompokan Konsep Coverage Kedalam Layer (Obyek) Pada Basis Data SIG.....	30
Gambar 2.7 Operasional Overlay.....	33
Gambar 3.1 Tampilan Layar Pada Autocad Map 2004 .....	36
Gambar 3.2 Menginsert Gambar.....	36
Gambar 3.3 Tampilan Membuat Layer.....	38
Gambar 3.4 Export Data DWG Menjadi DXF .....	40
Gambar 3.5 Tampilan Dialog Box Drawing Cleanup.....	41
Gambar 3.6 Tampilan Dialog Box Cleanup Action.....	41
Gambar 3.7 Tampilan Dialog Box Cleanup Methods.....	42
Gambar 3.8 Tampilan Dialog Box Cleanup Topology Type.....	43
Gambar 3.9 Tampilan Dialog Box Select Link.....	43
Gambar 3.10 Tampilan Dialog Box Error Marker.....	44
Gambar 3.11 Tampilan Dialog Box Export Location.....	45
Gambar 3.12 Tampilan Dialog Box Data Select Atribut .....	46
Gambar 3.13 Mengaktifkan Theme .....	47



Gambar 3.14 Diagram Alir Studi Perbandingan Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan di Kota Batu Berdasarkan SK SNI dan Pengendalian Volume Genangan .....	51
Gambar 4.1 Peta Sebaran Nilai Koefisien Pengaliran (C) .....	57
Gambar 4.2 Peta Sebaran Curah Hujan .....	75
Gambar 4.1 Peta Sebaran Jumlah Sumur Resapan .....	103

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Konservasi merupakan bagian penting dari kegiatan pengelolaan sumber daya air, yang hingga saat ini telah dilakukan dalam berbagai bentuk upaya. Dalam kawasan hulu DAS Brantas, upaya konservasi dilakukan dalam bentuk kombinasi antara metode vegetatif, mekanis, dan konstruktif. Berbagai instansi, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), masyarakat sekitar, dan perguruan tinggi telah banyak terlibat dalam berbagai kegiatan. ( Kustamar, 2013)

Limpasan permukaan terjadi secara alamiah dikarenakan sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah tidak meresap ke dalam tanah. Karakteristik daerah yang berpengaruh terhadap bagian air hujan antara lain adalah topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan atau penutup lahan. Hal ini berarti bahwa karakteristik lingkungan fisik mempunyai pengaruh terhadap respon hidrologi.

Perubahan tata guna lahan berpengaruh terhadap kemampuan lahan dalam meresapkan air, yang dalam hidrologi ditandai dengan adanya (C). Banjir adalah salah satu akibat dari meningkatnya koefisien pengaliran (C) tersebut. Lahan kritis pada Wilayah Kota Batu semakin meluas setiap tahunnya dari peta kekritisan lahan berdasarkan kemampuan meresapkan air hujan jumlah lahan kritis di Kota Batu sebesar 1462,726 Ha atau 8,02 % dari luas total Kota Batu yaitu 18246,326, hal ini mengakibatkan banjir pada musim

penghujan akibat air hujan tidak dapat meresap kedalam tanah secara optimal karena perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka hijau menjadi pemukiman warga yang tidak diimbangi oleh pembuatan saluran drainase yang memadai atau saluran drainase yang cenderung tetap akan tetapi pemukiman penduduk yang semakin meningkat, sehingga air hujan menjadi limpasan permukaan yang melimpas di jalan-jalan raya yang cukup mengganggu lalu lintas jalan. Kondisi semacam ini apabila terus dibiarkan maka lama kelamaan akan merusak aspal jalan dan dapat mengakibatkan longsor yang dapat meresahkan warga.

Pemerintah Kota Batu telah mengupayakan konsep konservasi sipil teknis dengan pembuatan sumur resapan yang dibangun di beberapa kantor-kantor Dinas di Kota Batu dan beberapa sekolah yang ada di Wilayah Kota Batu untuk mengurangi limpasan permukaan tersebut, karena dengan konsep konservasi secara sipil teknis dengan pembuatan sumur resapan ini yang tepat dan bisa diterapkan di pemukiman padat yang memiliki sedikit lahan terbuka.

Studi ini akan membahas tentang konsep konservasi secara sipil teknis dengan merencanakan sumur resapan sebagai upaya penurunan *run off* secara tepat dan optimal, serta berapa kepadatan sumur resapan pada setiap tataguna lahan per Ha, sehingga nantinya dari hasil studi dapat dijadikan referensi untuk perencanaan sebaran jumlah atau kepadatan sumur resapan di wilayah yang akan dikembangkan sebagai pemukiman penduduk di wilayah Kota Batu.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Uraian latar belakang tersebut di atas menyatakan, bahwa yang menjadi identifikasi masalah pada kajian yang dilakukan adalah rencana pembuatan dan

peta sebaran jumlah sumur resapan pada daerah terbangun di Kota Batu, sehingga dapat menjadi bahan acuan untuk upaya penurunan debit banjir secara tepat dan optimal di Wilayah Kota Batu.

Parameter untuk kajian konsep konservasi secara sipil teknis dengan perencanaan sebaran kepadatan sumur resapan di wilayah Kota Batu dalam upaya penurunan *Run off* secara tepat dan optimal adalah jenis kelerengan, jenis tutupan lahan/RTRW, dan data intensitas hujan,

### **1.3 Rumusan Masalah**

Pokok-pokok bahasan yang menjadi rumusan masalah pada studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah sumur resapan yang optimal dan dimana letak sebaran sumur resapan yang sesuai dengan keadaan tata guna lahan ?
2. Berapakah *Run off* yang terjadi pada sumur resapan yang sudah ada ?
3. Berapakah *Run off* yang terjadi setelah pembuatan sumur resapan ?
4. Berapakah dimensi sumur resapan yang tepat untuk di realisasikan di Kota Batu ?

### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari studi ini adalah untuk merencanakan konsep konservasi secara sipil teknis dengan cara pembuatan sumur resapan pada daerah pemukiman padat sehingga dapat menjadi rekomendasi pembuatan sumur resapan yang tepat dan optimal dengan kondisi lahan di lapangan, yang



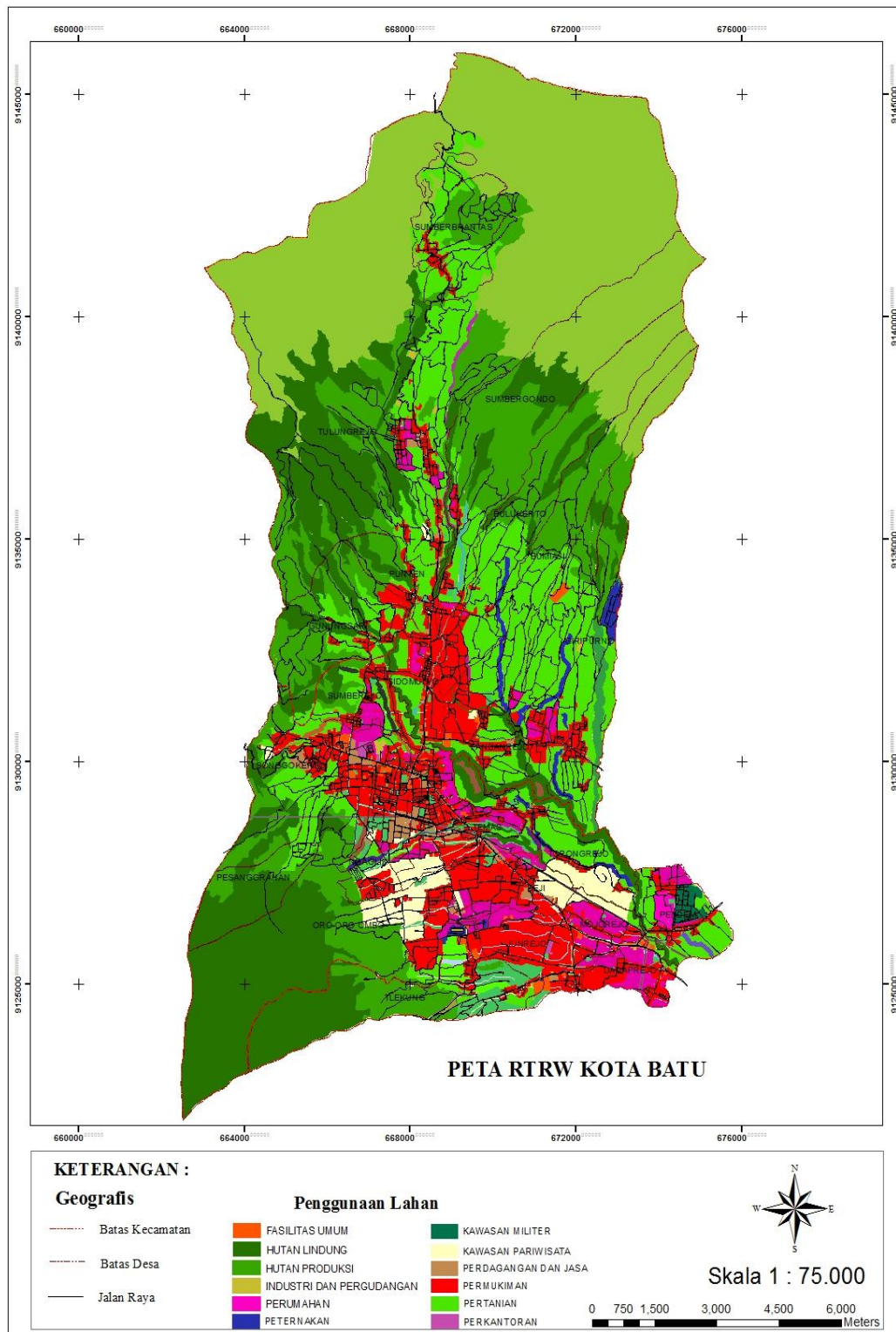
mengacu pada peta kekritisian lahan berdasarkan kemampuan meresapkan air hujan di Kota Batu.

Sedangkan tujuan studi ini adalah untuk menghasilkan rencana desain dan lokasi penempatan sumur resapan pada pemukiman padat yang tepat sehingga dapat mengurangi debit limpasan permukaan secara optimal, dengan acuan peta kekritisian lahan berdasarkan kemampuan meresapkan air hujan di Kota Batu.

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun masalah yang akan dibahas pada studi ini adalah sebagai berikut:

- Tinjauan kekritisian lahan berdasarkan kemampuan meresapkan air hujan Kota Batu.
- Perhitungan debit limpasan permukaan kala ulang 5 tahun.
- Perhitungan dimensi dan jumlah sumur resapan.
- Analisa penurunan debit limpasan sehingga menghasilkan perbandingan jumlah kebutuhan sumur resapan tiap penggunaan lahan sebelum dan sesudah pembuatan sumur resapan.



Sumber : Bappeda Kota Batu

Gambar1.1 Peta wilayah studi

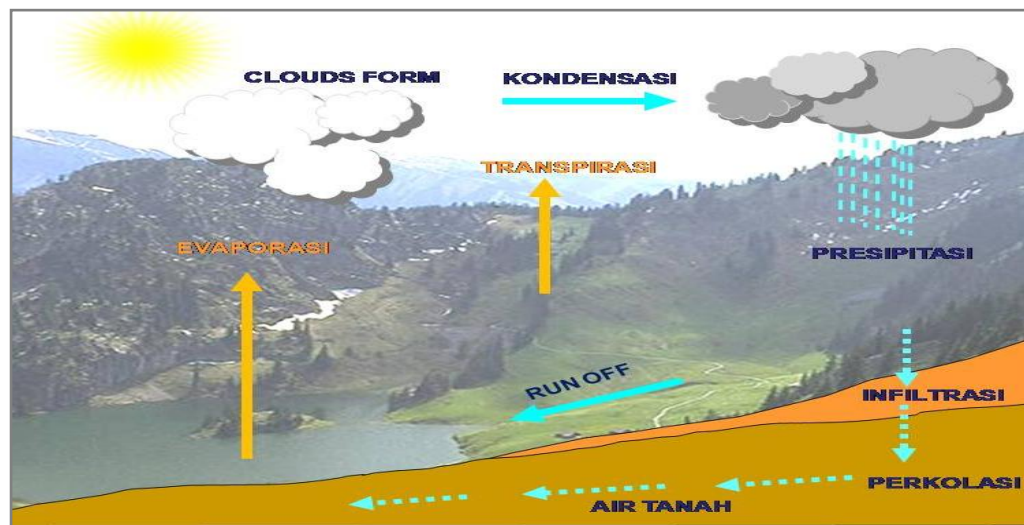
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Siklus hidrologi menunjukkan bahwa hujan yang jatuh di atas permukaan tanah akan mengalami 2 proses, yaitu :

- 1) Air hujan akan meresap ke dalam lapisan tanah permukaan apabila bagian ini tidak jenuh air.
- 2) Sebaliknya air hujan yang tidak meresap akan melimpas di atas permukaan tanah menjadi limpasan permukaan (run off), menggenang atau mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah (*Mundra, I Wayan, Yuwono , Endro dan L. Tobing, Chintia, 2002*).



Sumber : Laporan Kerja Praktek Pemetaan Kekritisan Lahan di Kota Batu Berdasarkan Kemampuan Meresapkan Air Hujan (2012).

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Limpasan permukaan sangat ditentukan oleh besaran koefisien pengaliran, besaran intensitas hujan dan luas daerah pengaliran yang tergambar dalam rumus Rasional. Dalam rumus Rasional yang cenderung mengalami perubahan adalah besaran nilai koefisien pengaliran, yang dimana koefisien pengaliran sendiri merupakan nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor yang mempengaruhi koefisien pengaliran adalah jenis tanah, kemiringan lahan, tanaman penutupan lahan, dan intensitas hujan (*Suripin, 2004*).

Banjir merupakan kejadian yang diakibatkan oleh limpasan air permukaan yang terkumpul pada daerah yang cenderung landai atau datar. Air yang melimpas merupakan air yang tidak dapat meresap ke tanah karena peralihan fungsi dari daerah resapan air dan ruang terbuka hijau menjadi pemukiman padat, fasilitas jalan raya dan pertokoan.

Banjir akibat limpasan permukaan tidak bisa diatasi dengan melakukan perbaikan pada daerah genangan banjir saja, akan tetapi melakukan konservasi pada daerah hulu DAS juga merupakan solusi yang cukup sesuai dalam mengatasinya.

Untuk itu perlu adanya pencegahan dengan cara melakukan konservasi pada daerah hulu DAS Brantas. Dalam studi ini akan dibahas tentang konsep konservasi secara sipil teknis dengan pembuatan sumur resapan pada daerah kritis sesuai dengan peta RTRW Kota Batu.

Dalam upaya menanggulangi masalah banjir akibat limpasan permukaan diatas, banyak sekali kendala yang dihadapi antara lain :

- Proses pertumbuhan penduduk yang sangat pesat



- Kurangnya kesadaran masyarakat dalam mengantisipasi bencana alam
- Sistem informasi penanggulangan bencana yang belum menjangkau masyarakat luas
- Tidak tersedianya peta kekritisan lahan terbaru yang lengkap topografinya dan lain sebagainya

Dalam kajian ini yang akan dilakukan adalah penentuan besaran nilai atau skoring untuk setiap parameter kawasan kritis yaitu menggunakan bantuan besaran nilai koefisien pengaliran (C). Koefisien pengaliran didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan (*Suripin, 2004*) atau suatu variable yang didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut (*Sosrodarsono dan Takeda, 1980*). Dalam metode perhitungan debit banjir dengan rumus Rasional variabel koefisien pengaliranlah yang paling menentukan. Faktor utama yang memengaruhi besaran nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan.

Langkah-langkah pekerjaan kajian secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Analisa nilai koefisien pengaliran (C)
2. Analisa Intensitas Hujan
3. Analisa *Run off* atau besaran limpasan permukaan pada setiap penggunaan lahan dengan Konsep SIG
4. Analisa jumlah dan sebaran sumur resapan

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Analisa Kelerengan

Kecuraman, panjang lereng dan bentuk lereng (cembung atau cekung) semuanya mempengaruhi aliran permukaan. Kecuraman lereng dapat diketahui dari peta tanah, sedangkan panjang dan bentuk lereng tidak tercatat pada peta tanah, namun keduanya sering menjadi petunjuk jenis tanah tertentu, dan pengaruhnya pada penggunaan dan pengelolaan tanah dapat dievaluasi sebagai satuan dari peta (*Suripin, 2002:173* ).

Kemiringan tanah mempengaruhi terhadap kecepatan dan volume limpasan permukaan. Makin curam suatu lereng, maka prosentase kemiringan makin tinggi dan makin cepat limpasan permukaan. Selanjutnya dengan semakin singkatnya waktu untuk infiltrasi, maka volume limpasan permukaan makin besar.

Tabel 2.1 Nilai C pada topografi

No	Tipe Permukaan Tanah	Nilai C
1	Daerah yang curam (40%-keatas)	0.85
2	Daerah tersier (15–40 %)	0.75
3	Daerah yang bergelombang (2 –15 %)	0.65
4	Daerah datar (0 –2 %)	0.55

Sumber : Sosrodarsono dan Takeda

### 2.2.2 Analisa Penggunaan Lahan

Letak bangunan yang tidak teratur, dan kepadatan bangunan suatu daerah sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kemampuan tanah untuk meresapkan air (*Subarkah, 1978:30*)

Aliran permukaan sangat dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang dinyatakan dalam koefisien pengaliran (*Suripin, 2002:140*). Secara umum semua

jenis tanaman dapat mempengaruhi sifat tanah yang ada dibawahnya. Tanah yang ditumbuhi tanaman (vegetasi) berdaun lebar, mempunyai status unsur hara yang berbeda dengan tanaman yang berdaun sempit. Tanaman yang berdaun lebar banyak mengandung basah, sedangkan yang berdaun sempit pada umumnya mengandung sedikit unsur hara dan kaya akan silikat.

Tabel 2.2 Koefisien Pengaliran (C) Penggunaan Lahan

No	Deskripsi Lahan	Karakter Permukaan	Nilai C
1	Business	Perkotaan	0.70 - 0.90
		Pinggiran	0.50 - 0.70
2	Perumahan	Rumah Tinggal	0.30 - 0.50
		Multi unit, terpisah	0.40 - 0.60
		Multi unit, tergabung	0.60 - 0.75
		Perkampungan	0.25 - 0.40
		Apartemen	0.50 - 0.70
3	Industri	Ringan	0.50 - 0.80
		Berat	0.60 - 0.90
4	Perkerasan	Aspal dan Beton	0.70 - 0.95
		Batu bata, paving	0.50 - 0.70
5	Atap		0.75 - 0.95
6	Halaman, tanah berpasir	datar 2%	0.05 - 0.10
		Rata, 2 - 7%	0.10 - 0.15
		Curam 7%	0.15 - 0.20
7	Halaman, tanah berat	datar 2%	0.13 - 0.17
		Rata, 2 - 7%	0.18 - 0.22
		Curam 7%	0.25 - 0.35
8	Halaman kereta api		0.10 - 0.35
9	Taman tempat bermain		0.20 - 0.35
10	Taman, pekuburan		0.10 - 0.25
11	Hutan	Datar, 0 - 5%	0.10 - 0.40
		Bergelombang, 5 - 10%	0.25 - 0.50
		Berbukit, 10 -30%	0.30 - 0.60
12	Daerah pegunungan curam		0.75 - 0.90
13	Daerah pegunungan tersier		0.70 - 0.80

Lanjutan Tabel 2.2 Koefisien Pengaliran (C) Penggunaan Lahan

No	Deskripsi Lahan	Karakter Permukaan	Nilai C
14	Tanah bergelombang dan hutan		0.50 - 0.75
15	Tanah dataran yang ditanami		0.45 - 0.60
16	Persawahan yang diairi		0.70 - 0.80
17	Sungai di daerah pegunungan		0.75 - 0.85
18	Sungai kecil di dataran		0.45 - 0.75

Sumber : Suripin (1989) dan Sosrodarsono (1987), dalam Kustamar dkk. (2007)

Tabel 2.2 menggambarkan nilai C untuk penggunaan lahan yang seragam, dimana kondisi tersebut sangat jarang dijumpai untuk lahan yang relative luas. Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien pengaliran yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{\sum_{i=0}^n C_i A_i}{\sum_{i=0}^n A_i} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- $A_i$  = luas lahan dengan penutup tanah i,
- $C_i$  = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i,
- n = jumlah jenis penutup tanah

### 2.2.3 Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan besarnya hujan harian yang terjadi pada suatu waktu. Umumnya memiliki satuan mm/jam. Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan permukaan sangat tergantung pada laju infiltrasi (*Suripin, 2004*).

## **A. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah**

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini yang dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran bawah tanah (*sub surface flow*) maupun sebagai aliran tanah (*ground water flow*).

Untuk memperoleh besaran hujan yang dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi di seluruh DAS, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan di DAS tersebut. Dalam kaitan ini ada dua faktor yang sangat menentukan ketelitian pengukuran hujan, yaitu jumlah dan pola penyebaran stasiun hujan.

Untuk menentukan besarnya curah hujan rerata daerah dapat digunakan metode polygon Thiessen, uraian lebih rinci dari metode tersebut dijelaskan sebagai berikut:

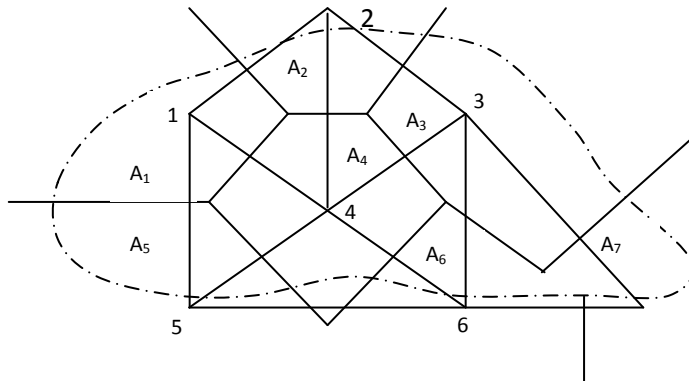
### **Polygon Thiessen**

Cara ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted average*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan (faktor pembobot) untuk mengakomodasi ketidak seragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat .

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS, antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung

- b) Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk Poligon Thiessen
- c) Luas areal pada tiap-tiap Poligon dapat diukur dengan menggunakan planimeter dan luas total DAS (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan seluruh luasan polygon.
- d) Hujan rata-rata DAS dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :



*Gambar Poligon Theyssen*

Misal A1 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 1, A2 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 2, dan seterusnya. Jumlah  $A_1 + A_2 + \dots + A_n = A$ , merupakan jumlah luas daerah /seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika pos penakar 1 menakar tinggi hujan d1, pos penakar 2 menakar hujan d2 hingga pos penakar n menakar hujan dn, maka

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A}$$

$$= \sum_{i=1}^n \frac{A_i.d_i}{A}$$

Jika  $\frac{A_i}{A} = p_i$  yang merupakan prosentase luas maka

$$d = \sum_{i=1}^n p_i.d_i \text{ dimana}$$

A = luas daerah

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

d1, d2, ...dn = tinggi curah hujan di pos penakar 1, 2, ...n

A1, A2,...An = luas daerah pengaruh di pos 1, 2, ...n

$$\sum_1^n pi = \text{jumlah prosentasi luas} = 100\%$$

## B. Analisa Curah Hujan Rancangan

Analisa hujan rancangan adalah hujan terbesar yang mungkin terjadi dalam pada suatu daerah pada periode ulang tertentu, yang dipakai sebagai dasar untuk perhitungan perencanaan ukuran suatu bangunan. Jatuhnya hujan disuatu daerah, baik menurut waktu maupun pembagian geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah. Didalam musim hujan pun dari hari-ke hari, dari jam ke jam hujannya tidak sama. Berbagai metode dapat dipakai untuk menganalisa curah hujan rencana antara lain metode Gumbel, Log-Normal, Log-Person type III dan lain-lain.

### 1) Metode Gumbel

Menurut Gumbel (1941), dari buku C. D. Sumarto (1987) persoalan tertua yang berhubungan dengan harga-harga yang ekstrim adalah yang datang dari persoalan banjir. Tujuan dari statistik harga-harga ekstim adalah untuk menganalisa hasil pengamatan harga-harga ekstrim tersebut untuk meramal harga-harga ekstrim berikutnya.

Adapun rumusan yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$X = X + S.K..... (2.2)$$

Dengan :

$X$  = harga rata-rata sample

$S$  = penyimpangan baku sample

Faktor frekuensi  $K$  untuk harga-harga ekstrim Gumbel ditulis dengan rumus berikut :

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_N} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

$Y_T$  = reduced variate

$Y_n$  = reduced mean yang tergantung dari besarnya sampel  $n$

$S_n$  = reduced standard deviation yang tergantung dari besarnya sampel  $n$

Dari rumus di atas, diperoleh :

$$X_T = X + S \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$= X - \frac{Y_n \cdot S}{S_n} + \frac{Y_T}{S_n} S \dots\dots\dots (2.5)$$

Jika dimasukkan  $\frac{S_n}{S} = a$  dan  $X - \frac{Y_n \cdot S}{S_n} = b$

$$X_T = b + \frac{1}{a} Y_n \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan :

$X_T$  = debit banjir dengan waktu balik  $T_r$  tahun

$Y_T$  = reduced variate

## 2) Metode Log Person Type III

Sebelum mendapatkan persamaan “Log Pearson Type III”, perlu dihitung terlebih dahulu parameter-parameter statistik sebagai berikut:



a) Curah hujan rata-rata:

$$\text{Log } x = \frac{\sum_{i=1}^n \log xi}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

b) Standar Deviasi:

$$\delta \log xi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \overline{\log xi})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.8)$$

c) Koefisien Kepencengan:

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \overline{\log xi})^3}{(n-1)(n-2).S_i^3} \dots\dots\dots (2.9)$$

d) Persamaan Log Pearson Type III

$$\text{Log } X_T = \log x + (K . S_i) \dots\dots\dots (2.10)$$

Menghitung Logaritma Curah Hujan Rancangan dengan waktu balik x tahun adalah untuk dipakai pada perncanaan :

Dengan:

$\text{Log } X_T$  = Logaritma Debit Alir

$K$  = Nilai Skewness

$\sigma \log xi$  = Standart Deviasi

### C. Uji Distribusi Frekuensi

Untuk mengetahui apakah suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih, maka setelah penggambarannya pada kertas probabilitas perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian ini biasanya dengan uji kesesuaian (*testing of goodness of fit* ) yang dilakukan dengan dua cara yaitu Uji Smirnov Kolmogorof dan Uji Chi – Square. Plotting data dilakukan dengan tahapan berikut:

## 1) Uji Smirnov Kolmogorov

- Data disusun masing-masing secara berurutan dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- Data grafik hasil plotting didapat perbeda hasil atau harga distribusi maksimum atau  $\Delta_{max}$ . berdasarkan table nilai kritis dari smirnov dapat ditentukan  $Cr_{max}$ .
- Pengujian hipotesa dapat dilakukan dengan membandingkan antara  $\Delta_{max}$  dan  $\Delta_{pkritis}$ , jika  $\Delta_{p_{max}} < \Delta_{p_{kritis}}$  maka hipotesa diterima.
- Menghitung p distribusi log normal:

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.11)$$

(Rumus  $Cv$  diatas didapat dari buku hidrologi aplikasi metode statistik untuk analisa data)

- Banyak data (  $n$  )
- Taraf significant (  $\alpha$  )
- Dengan  $n$ , dan  $\alpha$  dapat diperoleh harga  $\Delta Cr$
- $\Delta_{max} < \Delta Cr$
- Maka ditarik kesimpulan, jika  $\Delta_{max} < \Delta Cr$  maka uji smirnov-kolmogorov pada log person type III diterima. Dan sebaliknya).

## 2) Uji Chi kuadrat

Bila terdapat  $K$  kelas frekuensi, maka rumus Chi Kuadrat ( $X^2$ ) adalah:

$$X^2 = \sum_{j=1}^n \frac{(Q_j - E_j)^2}{E_j} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan:

$X^2$  = harga Chi- Kuadrat terhitung.

- $K$  = jumlah sub-kelompok.
- $Q_j$  = jumlah pengamatan pada sub-kelompok ke-i.
- $E_j$  = jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke-i.

Derajat bebas  $v$  adalah:

- $V = k - 1$  bila frekuensi dihitung tanpa estimasi parameter dari sample.
- $V = k - 1 - m$  bila frekuensi dihitung tanpa  $m$  estimasi parameter dari Sampel

Pada uji chi square untuk kesesuaian distribusi, diambil Hipotesa:

- $H_0$  = sampel memenuhi syarat yang diuji.
- $H_1$  = sampel tidak memenuhi distribusi yang diuji.

Harga  $X^2$  tabel dicari pada tabel distribusi Chi Kuadrat, antara  $v$  dengan signifikan tertentu. Bila  $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima tetapi bila sebaliknya maka  $H_0$  ditolak.

Uji kesesuaian distribusi memakai chi square dengan  $\alpha$

Harga  $K$  didapat dari tabel distribusi Log Pearson III dengan cara interpolasi secara linear.

Perumusan :

Untuk menentukan pembagian kelas harus menggunakan rumus:

$$1 + 3.3 \times \log n \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\log X_T = \overline{\log x} + K. \delta \log x \dots\dots\dots (2.14)$$

$$X_T 10^{(\overline{\log x} + K. \delta \log x)} \dots\dots\dots (2.15)$$

#### D. Intensitas Hujan

Rumus intensitas hujan yang digunakan dalam kajian yang dilakukan adalah rumus Mononobe, yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24 * \left(\frac{24}{t}\right)^n} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan :

$I$  = Intensitas hujan ( mm/jam)

$t$  = Waktu konsentrasi hujan (jam) → (Untuk Indonesia 5-7 jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 1hari (mm/jam) → dimasukkan faktor kala ulang

$n$  = Tetapan (untuk Indonesia diperkirakan :  $n \sim 2/3$ )

#### 2.2.4 Metode Konservasi Secara Sipil Teknis

Metode konservasi secara sipil teknis biasanya berupa pembuatan sumur resapan, check dam atau embung resapan, saluran drainase berdinding porus, dan biopori. Pada wilayah bertopografi datar pada kawasan pemukiman dapat dipilih sumur resapan, sebaliknya pada wilayah hulu yang berbukit cocok jika digunakan embung resapan. Alternatif ini menjadi pilihan utama mana kala metode vegetatif tidak mungkin dipilih karena kawasan yang dimaksud harus dipertahankan, misalkan sebagai kawasan terbuka sebagai area peternakan. (Kustamar, Konservasi Sumber Air di Kota Batu, 2010).

##### 2.2.4.1 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan konstruksi bangunan yang dibuat untuk menampung dan meresapkan air hujan kedalam tanah. Fungsi dari sumur resapan adalah :

- Menyimpan kelebihan air permukaan ke dalam tanah.
- Memperbaiki kualitas air tanah lokal melalui pencampuran dengan pengisian air tanah yang berasal dari air hujan.

$$F_{sb} = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$$

- Pemb .cegah intrusi air asin.
  - Meningkatkan produksi air tanah, baik untuk air minum maupun kebutuhan lainnya.
  - Pengurangan biaya operasi pompa dengan meningginya muka air tanah
  - Mencegah terjadinya penurunan muka air tanah.
- Macam-macam sumur resapan :
- Sumur Resapan Individu
  - Sumur Resapan Komunal
- Rumus dimensi Sumur Resapan :

Kedalaman sumur kosong (*Hollow well*)

$$H = \frac{Q}{FK} \left\{ 1 - \exp \left( \frac{-FKT}{\pi R^2} \right) \right\} \dots\dots\dots(2.17)$$

Kedalaman sumur isi material (*Material filled well*)

$$H' = \frac{Q}{FK} \left\{ 1 - \exp \left( \frac{-FKT}{n\pi R^2} \right) \right\} \dots\dots\dots(2.18)$$

dengan:

H : tinggi muka air dalam sumur kosong (m)

H' : tinggi muka air dalam sumur isi material (m)

R : radius sumur (m)

F : faktor geometri (m) → Tabel 2.4.

K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)

T : durasi dominan hujan (jam)

Q : debit air masuk (m<sup>3</sup>/jam) → Q = C\*I\*A








C : koefisien limpasan permukaan

I : intensitas hujan (m/jam)

A : luas atap (m<sup>2</sup>)

n : porositas material pengisi (-)

Tabel 2.3 Faktor Geometri Sumur

No.	Kondisi	Faktor Geometri Sumur	Harga F bila R=1; H=0 ; L=0 kecuali $F_1 \Leftrightarrow L=1$	Referensi
1		$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$	3,964	Sunjoto (2002)
2		$F = \frac{2\pi L + \pi^2 R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 2R}{2R} + \sqrt{\left(\frac{L}{2R}\right)^2 + 1} \right\}}$	9,870	Sunjoto (2002)
3		$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 2R}{2R} + \sqrt{\left(\frac{L}{2R}\right)^2 + 1} \right\}}$	6,283	Sunjoto (2002)
4		$F = \frac{2\pi H + \pi^2 R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{H + 2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1} \right\}}$	13,392	Sunjoto (2002)
5		$F = \frac{2\pi H + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{H + 2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1} \right\}}$	8,525	Sunjoto (2002)
6		$F = 4.R$	4,000	Sunjoto (2002)
7		$F = 5,50.R$	5,5	Harza (1935) Taylor (1948) Hvorslev (1951)
		$F = 2\pi R$	6,283	Sunjoto (2002)

Sumber: Pembangunan Sumberdaya Air Dalam Dimensi Hamemanyu Hayuning Bawono (2009).

#### 2.2.4.2 Analisa Jumlah Sumur Resapan

Penentuan jumlah sumur resapan air hujan pada suatu lahan pekarangan ditentukan berdasarkan curah hujan maksimum, permeabilitas tanah dan luas bidang tadah. Sumur resapan perlu diperiksa secara periodic setiap 6 bulan sekali untuk menjamin kontinuitas operasi dari sumur resapan.

Pemeriksaan yang dilakukan antara lain :

- Aliran masuk
- Bak control
- Kondisi sumur resapan.

Tabel 2.4 Nilai Permeabilitas Tanah

Jenis Tanah	Klas	Deskripsi	Permeabilitas (cm/jam)	Notasi
Andosol hitam	I	Cepat	>12,7	a
Andosol coklat	II	Agak cepat	6,3-12,7	b
Regusol	III	Sedang	2,0-6,3	c
Latosol	IV	Agak lambat	0,5-2,0	d
Aluvial	V	Lambat	<0,5	e

Sumber : Departemen Kehutanan (1998)

Tabel 2.5 Jumlah Sumur Resapan Air Hujan Dengan Dinding Kedap

No	Luas Bidang Tadah (m2)	BANYAKNYA SUMUR ( BUAH )																	
		Permeabilitas Sedang Untuk Type						Permeabilitas Agak Cepat Untuk Type						Permeabilitas Cepat Untuk Type					
		I		II		III		I		II		III		I		II		III	
		φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4	φ 0.8	φ 1.4
1	20	1	*	1	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	30	2	1	1	*	*	*	1	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*
3	40	3	1	1	*	1	*	2	1	1	*	*	*	1	*	*	*	*	*
4	50	3	2	2	1	1	*	2	1	1	*	*	*	2	1	1	*	*	*
5	60	4	2	2	1	1	*	2	1	1	*	1	*	2	1	1	*	*	*
6	70	5	2	2	1	1	*	3	1	2	1	1	*	2	1	1	*	*	*
7	80	5	2	3	1	1	*	3	2	2	1	1	*	3	1	1	*	1	*
8	90	6	3	3	1	2	1	4	2	2	1	1	*	3	1	2	1	1	*
9	100	6	3	3	2	2	1	4	2	2	1	2	1	3	2	2	1	1	*
10	200	12	5	6	3	3	2	8	4	4	2	2	1	6	3	3	2	2	1
11	300	19	8	9	4	5	2	11	5	6	3	3	2	9	4	5	2	2	1
12	400	25	10	12	5	6	3	15	7	8	4	4	2	12	6	6	3	3	2
13	500	31	13	16	7	8	3	18	9	9	5	5	2	14	7	7	4	4	2

Sumber : SK SNI. T - 06 - 1990 - F Bidang Pekerjaan Umum. "Tata Cara perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan".

Keterangan :

- \* = tidak dianjurkan
- Type I = dalam maksimum 1.5 meter
- Type II = dalam maksimum 3 meter
- Type III = dalam maksimum 6 meter
- I = 87.0 mm/jam
- D = 5 jam
- φ 0.8 = diameter sumur resapan 80 cm
- φ 1.4 = diameter sumur resapan 140 cm



### 2.2.5 Sistem Informasi Geografis

Sesuai dengan perkembangan dari Sistem Informasi Geografis (SIG) juga mengalami perkembangan, sehingga beberapa pakar mendefenisikan dari SIG itu sendiri sesuai dengan penelitiannya;

1. SIG adalah suatu sistem berkomputer yang mempunyai kemampuan untuk membangun, menyimpan, memanipulas, dan menampilkan informasi dengan bereferensi grafis yaitu data yang diidentifikasi sesuai dengan lokasinya (*Widodo,2004*).
2. SIG adalah kombinasi antara sumber daya manusia dan teknologi, dengan seperangkat tata cara (prosedur) untuk menghasilkan informasi guna mendukung pengambilan keputusan.
3. SIG adalah managemen, analisa,dan manipulasi dari spasial informasi untuk memecahkan masalah (*Fisher dan Lindeberg*).
4. SIG adalah sebuah system untuk menangani data yang secara langsung maupun taka langsung dari spasial data bumi yang meliputi : perolehan, penyimpanan, penegasan (Validasi) pemeliharaan, manipulasi, analisa, penampilan, dan managemen data ((*United Kingdom (UK), Association of Geograpich Information (AGI)*)).
5. SIG adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk penyimpanan, manipulasi, dan keluaran informasi geografi (*Aronoff,1993*).

### 2.2.6 Komponen Sistem Informasi Geografis

Komponen SIG ada 4 macam yaitu :

#### 1. Data input

Data input di SIG dapat berupa :

##### a. Data dari foto udara

Metode yang sering digunakan :

- 1) Konvensional (analog) → data perlu dikonversikan ke format digital
- 2) Analitikal → Data SIG digital
- 3) Digital Fotogrametri → Digital format data SIG

##### b. Data dari penginderaan jauh dan *Image Processing*

- 1) Data ini diturunkan dengan metode manual interpretasi atau digital interpretasi
- 2) Pada manual → format data SIG perlu dikonversi ke digital. Contoh : foto udara
- 3) *Digital Image* → format data aslinya sudah digital. Contoh : Citra Landsat TM dan SPOT

##### c. Data dari peta

Data dari peta sifatnya masih berupa *Hardcopy (Analog)* untuk itu diperlukan mengubah data tersebut menjadi digital dengan metode mendigit data (metode yang paling umum digunakan untuk pemasukan data SIG)

Digitasi dapat dilakukan dengan cara :

- 1) Manual (bentuk vektor)
- 2) Semi otomatis (bentuk vektor)
- 3) *Scanning* (bentuk raster)

d. Data tabular

Data tabular ini dimaksudkan data-data tersebut disimpan dalam satu tabel. Data tersebut bisa didapatkan dengan metode survey langsung dilapangan (data primer), atau mungkin menurunkan data dari laporan-laporan yang ada (data sekunder).

e. Data survey lapangan

Data ini dilakukan dengan survey dilapangan. Adapun bentuk format data ini adalah berupa vektor. Adapun metode-metodenya :

- 1) Konvensional penentuan posisi :
  - (a) Triangulasi
  - (b) Poligon
  - (c) Leveling
- 2) *Global Positioning System* (GPS)
- 3) Survey Tacheometri
- 4) Survey dalam bentuk yang lain tergantung dari tipe data (khusus data format bisa dalam bentuk tabular). Contoh : survey social ekonomi, survey cuaca, temperatur, dan lain-lain

Tipe-tipe data input SIG :

a. Jaringan titik geodesi

1) *Frist Order*

2) *Second Order*

3) *Third Order*

b. Unsur-unsur topografi

Jalan, jalan kereta api, lapangan terbang, jembatan, bangunan, kuburan, danau, tambak, sungai, hutan, dan lain-lain.

c. Unsur-unsur kadastral

Persil tanah dan atributnya

d. Unsur-unsur batas luasan

Batas kota, batas distrik, batas desa, batas perencanaan, batas polisi, dan lain-lain

e. Unsur-unsur Utilitas

Jaringan telepon, air minum, pembuangan air, listrik, dan lain-lain

f. Zone sosial ekonomi

Tingkat kepadatan penduduk, tingkat kesejahteraan, jumlah anak sekolah, dan lain-lain

2. Penyimpanan dan pemanggilan data (data`managemen)

Dua fungsi yang termasuk dalam data managemen yaitu :

a. Bagaimana menyimpan data didalam database SIG

b. Bagaimana cara mendapat kembali database SIG

Penampilan fungsi-fungsi ini bergantung pada bagaimana data diorganisasi/atur didalam media penyimpanan data (e.g. *Hard disk*, *CD Rom*, dan lain-lain)

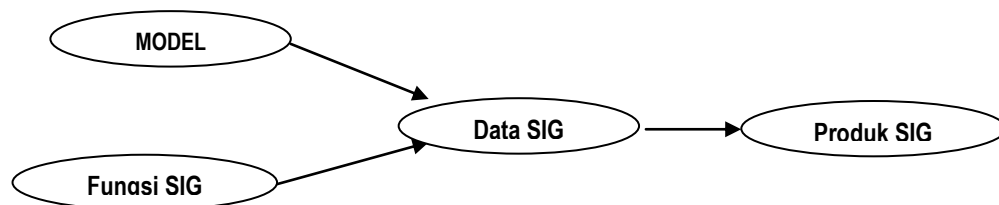
Pengorganisasian data sering didasarkan atas struktur data. Pembentukan struktur data ini dapat dilakukan dengan 4 cara :

- a. Struktur *Hierarki*
- b. Struktur *Network*
- c. Struktur *Relational*
- d. *Object Oriented*

Dari keempat struktur data yang paling populer pada saat ini adalah “Struktur *Relational*”. Dengan software e.g. *Oracle*, *Iformix*, *Ingres*, *Dbase IV* dan lain-lain. Dan pada saat mendatang akan beralih pada ke “*Object Oriented*” dengan software e.g. *Map-Basic*, *AveNue*, *Visual Basic*, *Visual C*, dan lain-lain.

### 3. Data manipulasi dan analisa

Fungsi ini sangat penting sekali karena berfungsi untuk membentuk informasi dari SIG.



Sumber : Pemetaan Kekritisan Lahan di Kota Batu Berdasarkan Kemampuan Meresapkan Air Hujan (2012).

Gambar 2.3. Proses aliran SIG

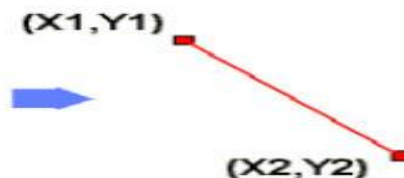
Model data spasial yang digunakan dalam SIG antara lain: raster dan vektor. Dalam SIG yang berdasarkan raster garis, titik, dan area direpresentasikan. dengan menggunakan sel atau piksel. Model Data Raster adalah representasi dari titik, garis dan area yang menggunakan suatu unit sel sehingga menghasilkan suatu rangkaian sel atau piksel.



Sumber : Jurnal Spectra, Vol.22, Juli 2012

Gambar 2.4. Model Data Raster

Sedangkan dalam SIG yang berdasarkan vektor, data spasial titik, garis, dan area memiliki definisi matematik (yakni koordinat kartesia). Model Data Vektor adalah representasi dari titik, garis dan area yang menggunakan koordinat kartesian dan memiliki definisi matematika.



Sumber : Jurnal Spectra, Vol.22, Juli 2012

Gambar 2.5. Model Data Vektor

#### 4. Menampilkan produk SIG

Produk dari SIG dapat ditampilkan dalam bentuk :

- a. Peta-peta,
- b. Tabel-tabel

Kedua-duanya dapat disajikan dalam *Hardcopy* (diatas kertas) dan *Softcopy* (didalam disket, CD-Rom, dan lain-lain).User juga sangat berperan dalam menentukan bentuk keluaran yang dibutuhkan.

### **2.2.7 Manfaat SIG**

Dengan SIG kita akan dimudahkan dalam melihat fenomena kebumian dengan perspektif yang lebih baik.SIG mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistik. Dengan tersedianya komputer dengan kecepatan dan kapasitas ruang penyimpanan besar seperti saat ini, SIG akan mampu memproses data dengan cepat dan akurat dan menampilkannya. SIG juga mengakomodasi dinamika data, pemutakhiran data yang akan menjadi lebih mudah.

Keinginan pemakai (*User Need*) sangat berperan sekali didalam menentukan model dan sebagai konsekuensinya analisa dari fungsi-fungsi SIG untuk melaksanakan, pengarsipan, penentuan persyaratan-persyaratan informasi yang akan ditampilkan.

Jadi pemakai (*User*) keterlibatannya sangat penting selama perencanaan informasi, desain, dan pengetesan.

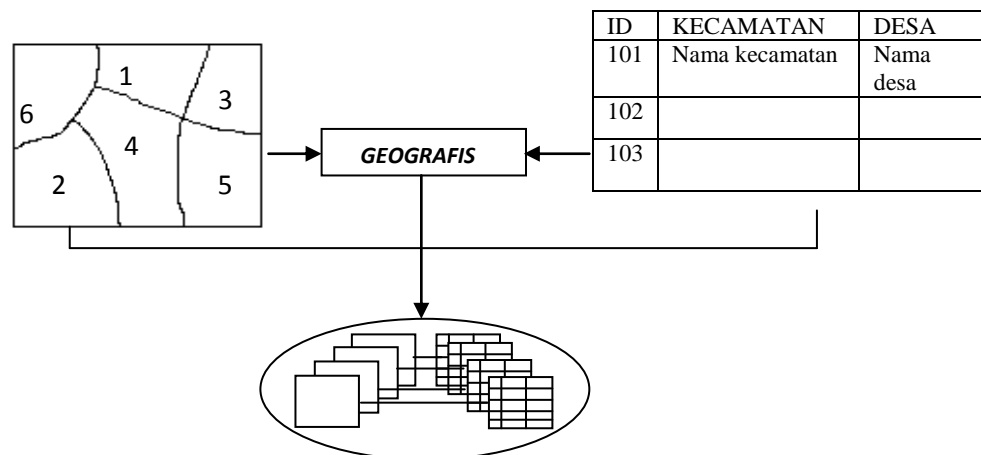
### **2.2.8 Analisis Spasial**

#### **1. Organisasi data dasar dalam SIG**

Komputer untuk menangani SIG mempunyai basis data yang dapat menampung dari berbagai sumber data yang dikumpulkan dari peralatan

elektronik maupun peralatan otomatis pengumpul data tersebut. Data-data tersebut berasal dari peta, penginderaan jauh, posisi GPS, hasil pengolahan fotogrametri, hasil pencatatan di stasiun-stasiun, dan data dari SIG lain.

Pengelompokan data digital yang sudah dimasukan kebasis data SIG disebut konsep *coverage*, yaitu pemisahan data kedalam *layers* (objek) yang ada (Marble & Peuquet, 1990). Pemisahan data dalam layer-layer dilakukan dan direncanakan dengan baik sebelum proses digitasi. Sebelum pemasukan data perlu diperhatikan informasi apa saja yang terdapat pada peta kerja misalnya peta topografi. Pemasukan data disesuaikan dengan tujuan pembangunan basis data yang akan disusun berdasarkan *point coverage* (misalnya pelabuhan, stasiun, dan terminal), *line coverage* (misalnya jalan, sungai, dan rel kereta api), dan *poligon coverage* (misalnya unit penggunaan lahan, danau, dan lautan). Pengelompokan konsep *coverage* disusun seperti pada gambar berikut :



Sumber : Jurnal Spectra, Vol.22, Juli 2012

Gambar 2.6. Pengelompokan konsep coverage kedalam layer ( obyek ) pada basis data SIG



Pemisahan informasi dengan konsep layer mempunyai arti yang besar dalam pengelolaan basis data, diantaranya :

- a). Membantu dalam mengorganisasi *feature* yang berelasi.
- b). Meminimalkan jumlah atribut yang berkaitan dengan setiap *feature*.
- c). Memudahkan perbaikan dan pemeliharaan peta, karena biasanya tersedia sumber data yang berbeda untuk setiap layer.
- d). Menyederhanakan tampilan peta, karena *feature* yang berelasi mudah digambarkan, diberi label (ID), dan disimbolkan.
- e). Mempermudah proses analisis spasial.

Dalam pengorganisasian data dasar dilakukan dengan menggunakan Manajemen Basis Data (DBMS), yaitu program komputer yang mengendalikan data *input*, *output*, *storage*, dan pengambilan kembali dari basis data dasarnya. Proses penyimpanan, pemeliharaan, dan pengambilan suatu catatan dalam berkas data dapat dikerjakan dengan efisien, maka berkas data tersebut diatur dengan organisasi tertentu, seperti *simple list*, *ordered*, *sequential file*, atau *in desk file*. Demikian juga berkas-berkas data dalam data dasar diatur juga agar proses akses datanya dapat dilakukan dengan mudah. Terdapat tiga jenis struktur data yang dikenal yaitu struktur hierarkis, jaringan dan relational. Setiap struktur mempunyai keterbatasan dan kelebihan. Pemilihan struktur disesuaikan dengan data dari keperluan penggunaannya.

## 2. Analisis Tumpang Susun (*Overlay*)

Tumpang susun (*Overlay*) peta merupakan proses yang paling penting dilakukan dalam pemanfaatan. Ketika fasilitas komputer dan perangkat lunak SIG

belum dapat tersedia, para surveyor pemetaan, perencanaan, dan praktisi lain banyak memanfaatkan peta dalam pekerjaannya menghadapi kendala menumpang-susunkan peta yang berjumlah lebih dari empat lembar. Mengoverlaykan empat peta sekaligus akan memberikan gambaran yang rumit dan sulit untuk dirunut kembali dalam penyajian satuan-satuan pemetaan baru. SIG menyediakan fasilitas tumpang-susun (*overlay*) secara cepat untuk menghasilkan satuan pemetaan baru sesuai dengan criteria yang dibuat.

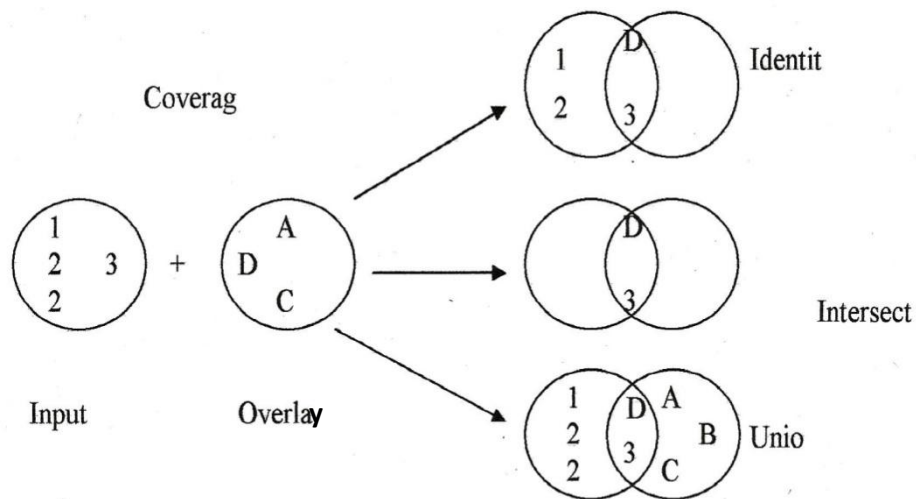
Konsep analisa tumpang-susun (*overlay*) merupakan fungsi analisis pada SIG, dimana fungsi ini dapat dilakukan dalam satu peta atau beberapa macam peta, atau dapat dikatakan bahwa analisa *overlay* merupakan proses penggabungan dua layer untuk membuat layer ketiga.

Pada prinsipnya ada dua tipe dari pelaksanaan *overlay*, yaitu dengan fungsi aritmatika dan *logical*.

- a) Aritmatika, merupakan pelaksanaan *overlay* dengan cara penambahan, pengurangan, pembagian dan perkalian dari masing-masing nilai dari data layer I dengan nilai yang berhubungan pada data yang terletak di layer II.
- b) *Logical*, merupakan pelaksanaan *overlay* meliputi pencarian pada keseluruhan area, dimana ditentukan dengan kondisi-kondisi yang spesifik bersamaan terjadi atau tidak terjadi.

Adapun perintah-perintah yang sering digunakan dalam analisa SIG seperti gambar berikut :

- a) *Union*, digunakan untuk mengoverlaykan poligon dan menyimpan semua area pada kedua *coverage*.
- b) *Identity*, digunakan untuk mengoverlaykan titik, garis, dan poligon pada poligon dan menyimpan unsur-unsur *coverage input*.
- c) *Intersect*, digunakan untuk mengoverlaykan titik, garis, dan polygon tetapi *polygon overlay*.



Sumber : Jurnal Spectra, Vol.22, Juli 2012

Gambar 2.7. Operasional *Overlay*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Pengumpulan Data**

Dalam kajian yang dilakukan terhadap optimasi sumur resapan Kota Batu, metode pengumpulan data menggunakan metode sekunder. Pengumpulan data metode ini adalah pengumpulan data dari instansi-instansi terkait yang berwenang. Pengumpulan data sekunder meliputi :

- a. Pengumpulan peta-peta yang terkait dengan lokasi studi. Peta-peta yang dimaksudkan adalah peta tentang kondisi dan batasan lokasi studi. Peta-peta yang dibutuhkan antara lain :
  - 1) Peta Jenis Tanah, Peta Kelerengan, dan Peta Tata guna Lahan/RTRW (BAPPEDA Kota Batu).
  - 2) Peta DAS (Dinas Pengairan Kota Batu)
- b. Pengumpulan data-data penunjang (Curah Hujan). Pengumpulan data hujan maksimal dari stasiun hujan yang berada di wilayah Kota Batu dengan lama minimal data 10 tahun (tahun 2003 – 2012). Data curah yang dipakai adalah data hujan dari hujan 6 Stasiun Hujan (Sta.ngaglik, Sta.ngujung, Sta.pendem, Sta.temas, Sta.tinjumoyo, Sta. tlekung) yang berada di wilayah Kota Batu (Dinas BMKG Kabupaten Malang).
- c. Pengumpulan data jumlah dan lokasi sumur resapan di wilayah Kota Batu. Data jumlah dan lokasi sumur resapan yang sudah dibangun dan yang sedang direncanakan di wilayah Kota Batu (Kantor Lingkungan Hidup Kota Batu).

### **3.2 Metode Analisa Data**

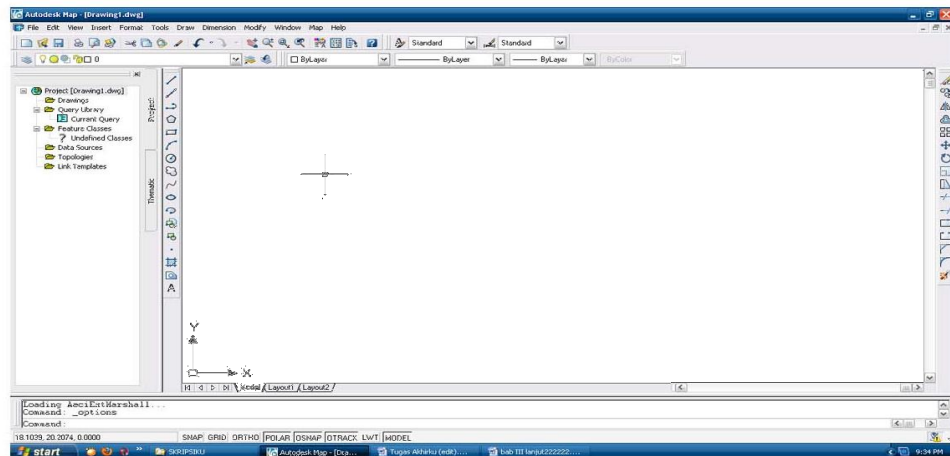
Rancangan “Optimasi Jumlah Sumur Resapan di Wilayah Kota Batu” ini melalui beberapa tahapan pekerjaan, meliputi :

#### **3.2.1 Proses Pembuatan Peta**

Proses pembuatan peta dalam Optimasi Jumlah Sumur Resapan di Wilayah Kota Batu ini dilakukan dengan bantuan software Autocad Map2004, ArcGIS 9.3 dan Arcview GIS 3.3. Proses ini dilakukan untuk semua peta yang menjadi parameter penentu sebaran lokasi sumur resapan serta perhitungan dimensi sumur resapan meliputi peta kelerengkan, peta jenis tanah, peta tutupan lahan, dan peta sebaran intensitas hujan. Proses ini diawali dengan pemasukan data spasial. Untuk memasukkan data spasial yang berupa data analog, harus dirubah terlebih dahulu menjadi data dalam bentuk digital dengan cara dilakukan proses digitasi terlebih dahulu. Metode digitasi ini dilakukan dengan memanfaatkan Software AutoCAD yang dalam studi ini penyusun menggunakan Software AutoCAD Map 2004. Karena Software ini dilengkapi dengan menu Map yang dapat digunakan untuk memindah data analog ke koordinat yang sesuai sebelum dilakukan proses digitasi, selain itu juga dapat digunakan untuk membangun topologi dan mengexport data dari data dengan extention DWG ke SHP agar dapat ditampilkan kedalam Software Arcview. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut :

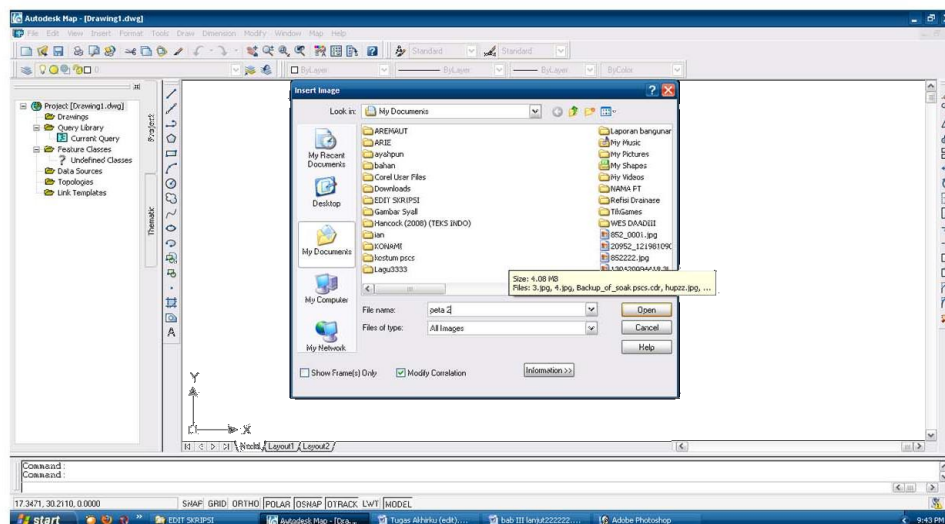
1. Tahap pelaksanaan pemasukan data

- a. Mengaktifkan komputer dan scanner, kemudian scan peta yang akan didigitasi.
- b. Membuka program AutoCAD Map 2004, pada layar akan muncul tampilan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Tampilan layar pada AutoCAD Map 2004

- c. Setelah membuka program AutoCAD kemudian insert peta yang akan didigitasi, caranya klik menu Map pada menu bar kemudian pilih image + insert, pada layar muncul seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.2 Menginsert Gambar

- d. Pilih drive dan direktori dimana file tersimpan kemudian buka direktori + pilih file yang akan diinsert + open.
- e. Setelah peta diinsertkan lakukan proses kalibrasi yaitu proses pemindahan gambar ke koordinat yang sebenarnya (*rubber sheet*) dimana koordinat yang dibutuhkan adalah koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*). Apabila dalam peta hanya terdapat koordinat geodetik maka dilakukan transfer koordinat dari Geodetik ke UTM.
- f. Apabila langkah-langkah diatas sudah dilakukan maka peta siap untuk didigitasi.

## 2. Pelaksanaan Digitasi

- a. Membuat bingkai dari peta dengan menggunakan perintah rectangle.

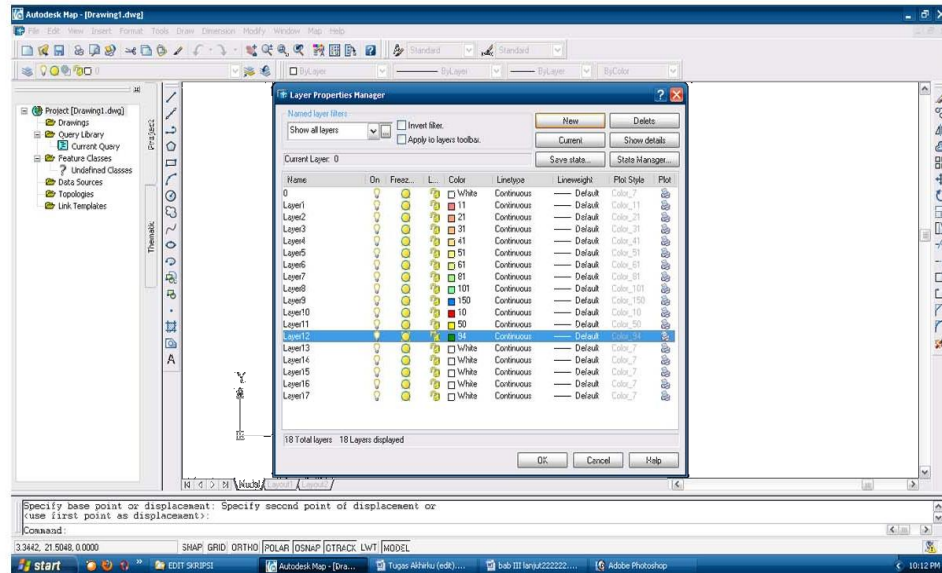
Command: Rectangle (enter)

Chamfer/Elevation /Fillet/Thickness/Width/<first corner> : benang silang pada mouse digitizer ditempatkan pada pojok kiri bawah dari bingkai peta yang akan didigitasi lalu tekan tombol 1 pada mouse digitizer.

Other corner: benang silang dari mouse digitizer ditempatkan pada pojok kanan bawah dari bingkai peta yang akan didigitasi lalu tekan tombol 1 pada mouse.

- b. Membuat layer untuk setiap unsur pada peta yang akan didigitasi, pilih format pada menu bar AutoCAD Map 2004, kemudian klik layer, selanjutnya muncul menu layer pada layar monitor + new + ketikkan nama layer + pilih warna untuk setiap layer yang akan dibuat, hal ini

dilakukan untuk membedakan unsur-unsur yang berbeda pada peta digital yang dihasilkan dari proses digitasi.



Gambar 3.3 Tampilan Membuat layer

- c. Melakukan pendigitasian dengan mengetikkan perintah “PL” (Polyline) atau memilih menu Draw kemudian klik Polyline, untuk selanjutnya dilakukan digitasi sesuai dengan unsur-unsur yang digitasi.
- d. Setelah semua unsur didigitasi lalu kita simpan dengan menggunakan perintah save dan isikan nama yang dikehendaki untuk nama file tersebut.

### 3. Editing Hasil Digitasi

Editing ini dilakukan untuk memperbaiki atau dengan kata lain menyempurnakan hasil dari proses digitasi yang telah kita lakukan dengan menggunakan perintah-perintah yang ada pada menu AutoCAD Map 2004 seperti perintah :

- a. Perintah TRIM



Perintah ini digunakan untuk memotong garis yang melebihi batas dari pendigitasian, adapun perintah yang digunakan adalah :

1. Mengetikkan perintah Trim atau memilih menu modify kemudian pilih trim.
2. Klik batas dari garis yang akan dipotong lalu tekan enter.
3. Klik garis yang akan dipotong kemudian tekan enter.
4. Garis tersebut akan terpotong sesuai dengan apa yang diperintahkan.

b. Perintah EXTEND

Perintah ini digunakan untuk menghubungkan garis yang tidak tersambung. Adapun perintah yang digunakan adalah :

1. Mengetik perintah Extend atau memilih menu modify kemudian pilih extend atau bisa juga dengan memilih icon extend pada toolbars.
2. Klik batas garis yang akan disambung lalu tekan enter.
3. Klik garis yang akan disambungkan + klik kanan pada mouse.
4. Garis tersebut akan tersambung.

c. Perintah Edit

Perintah ini digunakan untuk menyatukan garis yang belum menyatu menjadi satu kesatuan garis.

1. Klik perintah edit atau pilih Edit Polyline pada toolbars.
2. Klik garis yang akan disatukan kemudian tekan enter + klik Join + select dua atau lebih Polyline yang akan disatukan kemudian tekan ENTER maka polyline tersebut akan menjadi satu kesatuan.

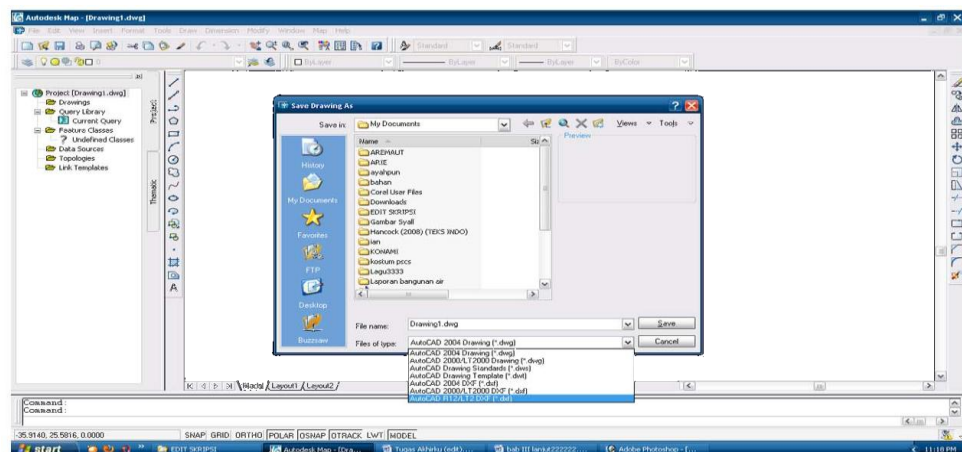
Membangun topologi dapat dilakukan dengan membangun data atau membersihkannya (*Clean* atau *Build/Create*), walaupun keduanya

digunakan untuk membangun topologi dan membuat tabel feature, namun keduanya berbeda dalam beberapa hal. Salah satu perbedaan penting adalah : Build memproses titik , garis dan polygon, sedangkan Clean hanya memproses garis dan polygon.

Membangun topologi adalah untuk mengeksplisitkan hubungan antara feature geografi didalam coverage. Sehingga proses ini membantu untuk mengidentifikasi kesalahan-kesalahan pada data.

Untuk membangun topologi dengan AutoCAD Map 2004, ada beberapa proses yang harus dilalui, adapun proses tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Data yang hendak diexport dalam keadaan terbuka pada program AutoCAD, memilih menu file lalu klik Save As.
- b. Setelah muncul menu Save Drawing As, isikan nama file yang dikehendaki selanjutnya memilih save as type dengan extention DXF.
- c. Klik tombol Save.

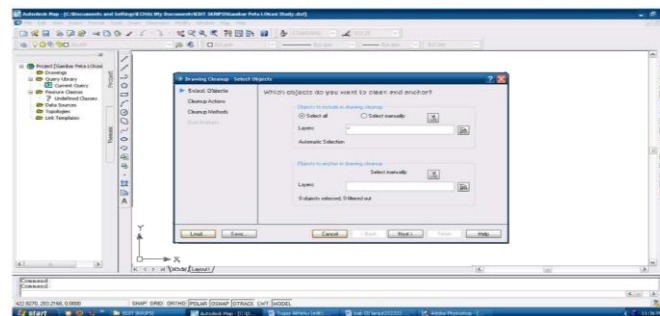


Gambar 3.4 Export Data DWG menjadi DXF

- Drawing Cleanup

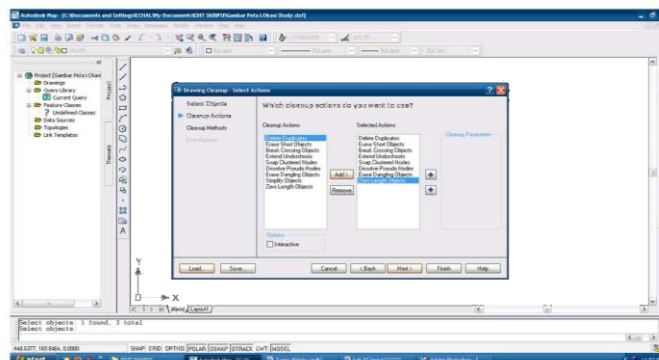
Drawing Cleanup digunakan untuk memproses data untuk polygon dan garis, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Tampilkan data yang telah diexport menjadi DXF
- Setelah data ditampilkan Klik menu Map pada Menu bar + Tool + Drawing Cleanup maka akan muncul tampilan pada layar seperti berikut.
- Klik icon select manually kemudian select objek dengan mendrag objek lalu tekan ENTER + klik Next, pada layar akan muncul tampilan seperti gambar dibawah ini.



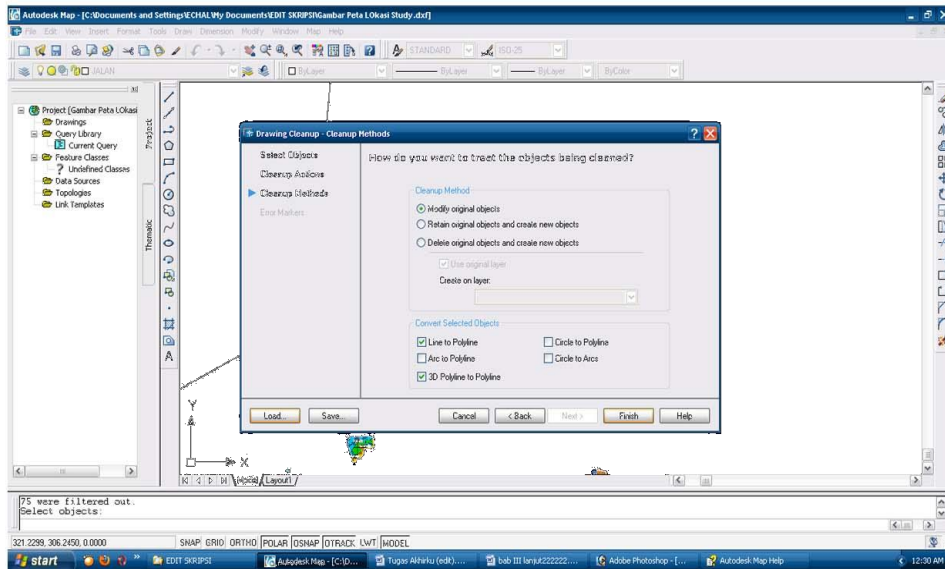
Gambar 3.5 Tampilan Dialog Box Drawing Cleanup

- Add semua menu pada kolom Cleanup Actions kecuali Simplify Objects ke kolom selected Actions lalu aktifkan menu interactive + klik Next. Pada layar akan muncul seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.6 Tampilan Dialog Box Cleanup Action

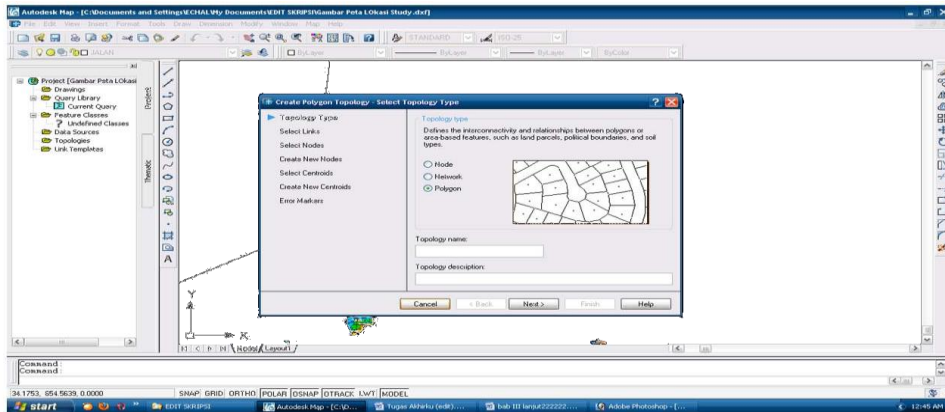
- e. Aktifkan menu Polyline to Polyline dan 3D Polyline to Polyline lalu klik Next, pada tampilan berikutnya klik Finish. Tampilan gambar seperti Gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 Tampilan Dialog Box Cleanup Methods

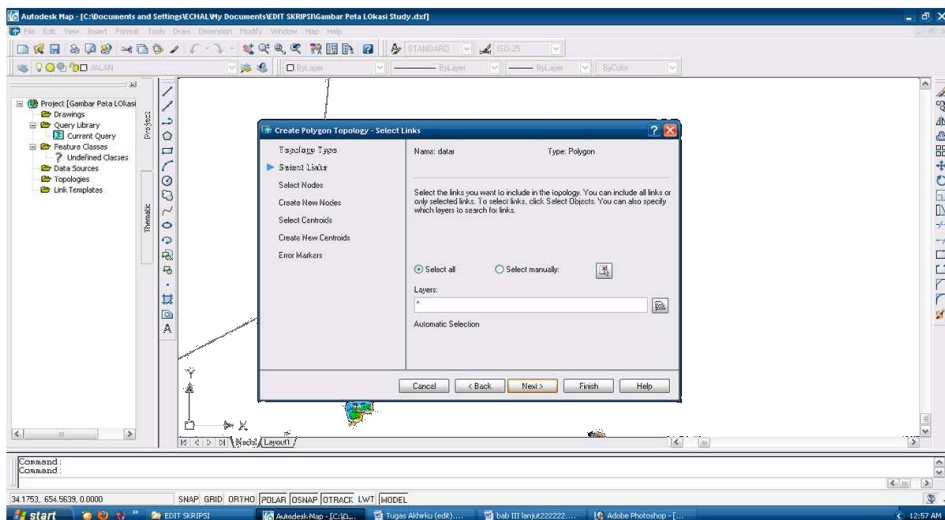
- f. Apabila tidak terdapat kesalahan maka proses selesai, tetapi jika terdapat kesalahan maka akan muncul perintah untuk memperbaiki kesalahan tersebut, biasanya pada bagian yang salah akan diberi tanda. Apabila terjadi kesalahan maka diperbaiki dengan dengan mengklik icon Fix All sampai menu pada kolom Cleanup Action terpenuhi lalu Klik Close.
- Build/Create Topology  
Create Topology atau membangun topologi adalah untuk memproses titik, polygon dan garis, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :  
a. Tampilkan data yang telah di Cleanup

- b. Setelah data ditampilkan klik menu Map pada Menu bar + Topology + Create. Maka pada layar akan muncul seperti dibawah ini.



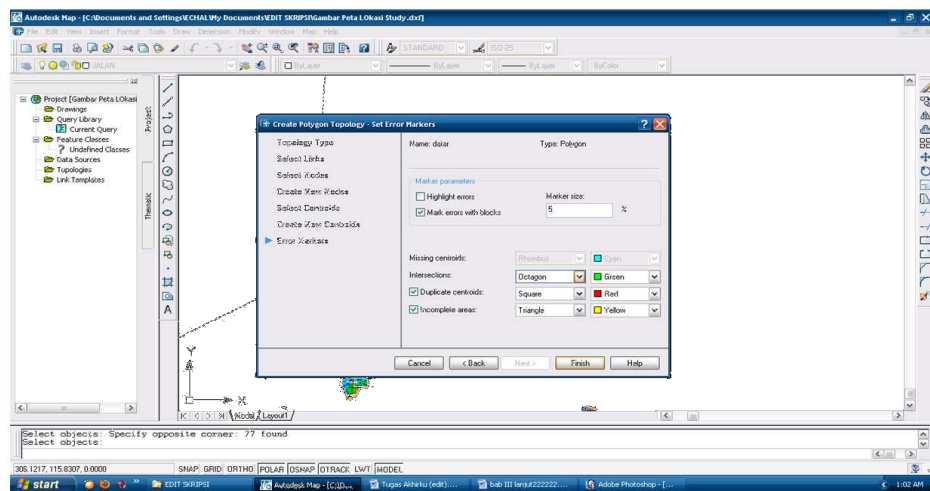
Gambar 3.8 Tampilan Dialog Box Topology Type

- c. Pilih jenis objek yang akan dibangun (Node/Network/Polygon) kemudian isi nama topologi (Topology Name) lalu klik Next maka pada layar akan muncul tampilan seperti berikut :



Gambar 3.9 Tampilan Dialog Box Select Link

- d. Klik icon Select Manually + Select Objek + ENTER + Klik Next. Lakukan hal yang sama pada tampilan berikutnya sampai pada layar akan muncul tampilan seperti berikut :



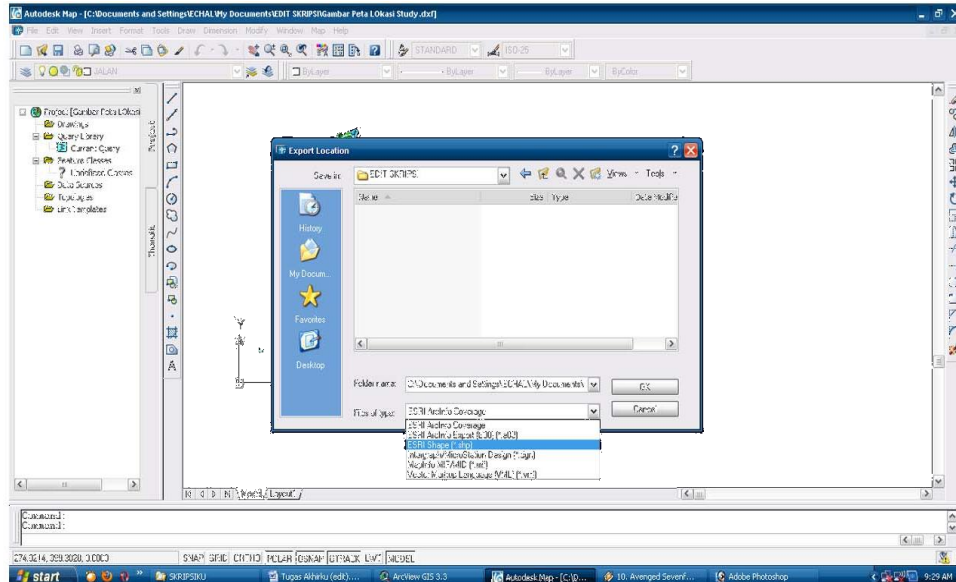
Gambar 3.10 Tampilan Dialog Box Error Marker

- e. Setelah muncul tampilan menu Highlight Errors lalu klik finish, maka proses selesai.

Setelah data spasial yang berupa data analog telah dibuat maka data tersebut di Export. Export data ini dimaksudkan agar data dapat dilakukan proses lebih lanjut dengan menggunakan Software Arcview, adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

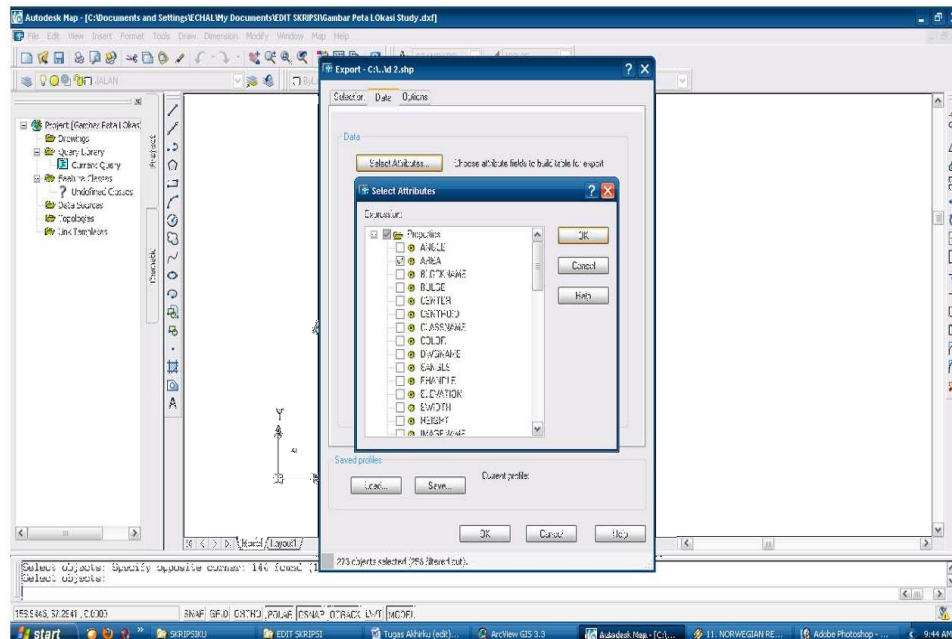
- a. Tampilkan data yang telah dibangun topologinya
- b. Setelah data ditampilkan Klik menu Map pada Menu bar + Tools + Export.
- c. Pilih drive dan direktori dimana file akan disimpan, beri nama file sesuai keinginan, pilih “ESRI Shape [\* .shp]” pada kolom files of type lalu Klik Ok.
- d. Pilih objek type (point, line, polygon atau text) + klik icon select manually lalu select objek + ENTER + aktifkan nama file data yang diexport pada kolom Name.

- e. Aktifkan window data + klik select atribut maka akan muncul tampilan seperti dibawah ini



Gambar 3.11 Tampilan Dialog Box Export Location

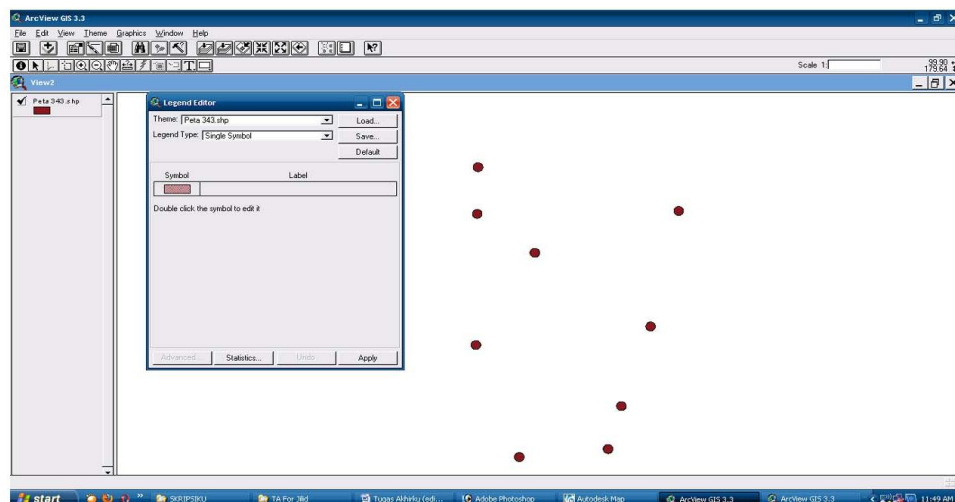
- f. Expand direktori topologies, polygon “file”, Polygon Centroid + aktifkan ID, area dan perimeter + Klik Ok .proses export selesai.



Gambar 3.12 Tampilan Dialog Box Data Select Atribut

Sebelum dilakukan penggabungan peta atau overlay terlebih dahulu data atribut peta seperti jenis dimasukkan, adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

1. Aktifkan computer dan buka Software Arcview 3.3 kemudian Klik icon add theme atau klik view pada menu bar + add theme.
2. Pilih drive dan direktori dimana file tersimpan + klik file yang akan diberi atribut + Klik OK
3. Aktifkan theme kemudian klik menu Xtool pada menu bar + Update Area, Perimeter, Hectare, .....+ klik OK.
4. Klik theme pada menu bar + table maka akan muncul seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.13 Mengaktifkan Theme

5. Tambahkan field untuk data atribut yang akan diinputkan, caranya klik tabel pada menu bar + start editing + klik menu edit pada menu bar + field kemudian isi nama field dan tentukan type data yang akan



diinputkan serta jumlah decimal apabila data input berupa angka + klik OK dan mulailah menginputkan data.

Peta-peta yang dibuat adalah peta administrasi wilayah, peta kelerengan, peta jenis tanah, peta tutupan lahan, dan peta polygon Thiessen.

### **3.2.2 Analisa Koefisien Pengaliran (C)**

Analisa koefisien pengaliran diawali dengan menganalisa peta tataguna lahan, peta tutupan lahan yang akan dianalisa berasal dari peta tutupan lahan/RTRW Kota Batu. Peta tutupan lahan/RTRW dianalisa dalam program ArcGIS 9.3 dengan memasukkan atribut nilai koefisien pengaliran (C) sesuai tabel 2.3 dan hanya nilai (C) untuk penggunaan lahan pada daerah pemukiman, perkantoran dan kawasan terbangun sesuai dengan batasan masalah, setelah mendapatkan peta tataguna lahan sesuai dengan nilai koefisien pengaliran (C) proses berikutnya. Proses analisa kelerengan dilakukan dengan memasukkan nilai C pada setiap kondisi kelerengan/kemiringan sesuai dengan parameter tabel 2.1 dalam ArcGIS 9.3.

Data peta tataguna lahan dan peta kelerengan, yang sudah dianalisa sebelumnya dimasukkan pada program ArcGIS 9.3, kemudian dioverlay sehingga mendapatkan atribut nilai koefisien pengaliran pada setiap luasan penggunaan lahan.

### **3.2.3 Analisa Hujan Rancangan**

Analisa intensitas hujan meliputi proses hidrologi yaitu data hujan dari 6 stasiun yang berada di Wilayah Kota Batu menggunakan bantuan Polygon Thiessen untuk mengetahui luas pengaruh masing-masing stasiun hujan. Data

curah hujan untuk masing-masing stasiun kemudian diolah untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Log Person tipe III dan metode Gumbel. Hasil dari kedua metode ini kemudian dilakukan uji distribusi frekuensi agar mengetahui hujan rancangan yang telah kita buat sebelumnya dapat diterima atau tidak.

Data yang dipakai dalam perhitungan adalah data Intensitas hujan rancangan kala ulang 5 tahun ( $I_{5\text{thn}}$ ) dengan hasil pengujian distribusi frekuensi Smirnov kolmogorov dan chi kuadrat keduanya diterima. Jika keduanya diterima maka dilihat nilai  $\Delta\text{Max}$  yang terkecil, maka data tersebutlah yang dipakai dalam perhitungan selanjutnya, apabila dalam pengujian Smirnov Kolmogorov atau uji Chi Kuadrat metode Log Pearson Type III diterima sedangkan metode Gumbel ditolak maka data yang dipakai adalah data hujan rancangan kala ulang metode Log Pearson Type III meskipun nilai  $\Delta\text{Max}$ nya lebih besar begitu juga sebaliknya.

Proses berikutnya setelah mendapatkan data curah hujan hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dilakukan proses analisa intensitas curah hujan dengan metode mononobe dengan rumus 2.17. Data perhitungan intensitas hujan kala ulang 5 tahun kemudian dimasukkan dalam atribut peta luas pengaruh stasiun hujan yang telah dibuat dengan metode Polygon Thiessen, sehingga didapat peta sebaran intensitas curah hujan. Selanjutnya peta sebaran intensitas curah hujan yang telah dibuat dioverlaykan dengan peta sebaran koefisien pengaliran.

### 3.2.4 Analisa *Run Off* ( $Q_{Ro}$ )

*Run off* ( $Q_{Ro}$ ) dianalisa berdasarkan peta sebaran koefisien pengaliran yang di overlay dengan peta sebaran intensitas hujan sehingga pada analisa ini hanya debit limpasan permukaan pada saat hujan, pada setiap luasan penggunaan lahan tidak sampai perhitungan limpasan permukaan detail perkapling/perluasan bangunan atau sampai debit buangan rumah tangga. Analisa  $Q_{Ro}$  dianalisa dengan data yang diketahui sesuai dengan penggunaan lahan Kota Batu yang dihitung berdasarkan rumus berikut :

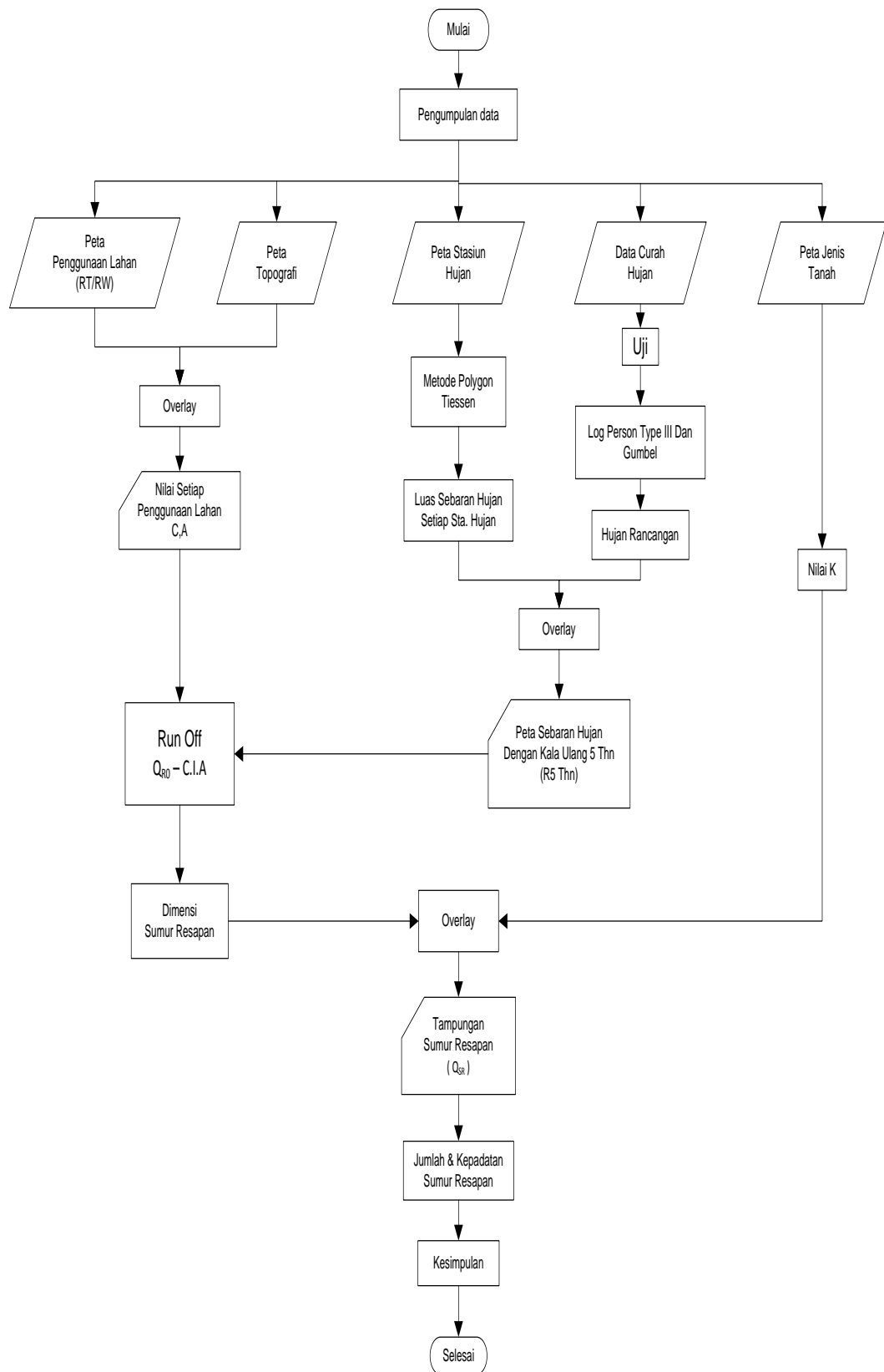
$$Q_{Ro} = C \cdot I_{5thn} \cdot A \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana :

- C = koefisien run off
- $I_{5thn}$  = intensitas curah hujan (mm/hari)
- A = luas penggunaan lahan ( $m^2$ )
- $Q_{Ro}$  = debit limpasan ( $m^3$ /jam)

### 3.2.5 Analisa Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan

Kebutuhan jumlah sumur resapan dianalisa berdasarkan hasil  $Q_{Ro}$  (debit limpasan) dibagi dengan  $Q_s$  (debit saluran) sehingga didapat kebutuhan jumlah sumur resapan pada setiap penggunaan lahan di Kota Batu, kemudian dibagi dengan luasan penggunaan lahan sehingga diperoleh hasil jumlah sumur resapan per  $m^2$  untuk penggunaan lahan tertentu di Wilayah Kota Batu. Setelah mendapatkan jumlah sumur resapan per  $m^2$  dari yang telah dijabarkan diatas, maka langkah berikutnya adalah hasil dari analisa disesuaikan dengan SK SNI. T - 06 - 1990 - F Bidang Pekerjaan Umum “Tata Cara perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan”.



Gambar 3.14 Diagram Alir Optimasi Sumur Resapan Di Kota Batu

#### 4.3 Analisa Sebaran Sumur Resapan

Analisa sebaran sumur resapan dikaji berdasarkan administrasi Kota Batu, karena dalam kajian ini sebaran dan jumlah sumur yang direncanakan yaitu pada setiap desa. Analisa dimulai dengan analisa peta hasil analisa nilai C yang di *overlay* dengan peta administrasi Kota Batu, peta sebaran intensitas curah hujan, dan peta jenis tanah di Kota Batu pada program ArcGIS 9.3.

##### 4.3.1 Analisa Volume Genangan

kajian besaran volume genangan, dianalisa dengan *overlay* peta sebaran hujan dan peta RT/RW dengan bantuan program ArcGIS 9.3, dari atribut peta hasil overlay kemudian dilakukan analisa volume tampungan sesuai dengan luasan penggunaan lahan pada Wilayah Kota Batu dapat dilihat pada perhitungan volume genangan dapat dilihat pada table 4.39 berikut ini :

- contoh perhitungan volume genangan pada jenis penggunaan lahan fasilitas umum ;

Diketahui :

$$C = 0,550 \rightarrow C = \frac{\sum_{i=0}^n C_i A_i}{\sum_{i=0}^n A_i}$$

$$I = 0,0117 \text{ m/jam}$$

$$A = 12730 \text{ m}^2$$

Maka volume genangan yang terjadi :

$$Q_{ro} = C \times I \times A$$

$$= 0,550 \times 0,0117 \times 12730$$

$$= 81,742 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.39 Analisa Volume Genangan (Qro) Pada Setiap Penggunaan Lahan

Desa	Kecamatan	Keterangan	C Peng.Lhn	Kemiringan	C lereng	Koef. C	luas (m)	Sta. Hujan	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)
BUMIAJI	BUMIAJI	Fasilitas Umum	0.550	0% - 8%	0.550	0.550	12730	Sta. Ngujung	0.0117	81.742
BUMIAJI	BUMIAJI	Fasilitas Umum	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	2778	Sta. Ngujung	0.0117	19.460
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	0.350	8% - 15%	0.650	0.500	9442	Sta. Ngujung	0.0117	55.117
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	21910	Sta. Ngujung	0.0117	115.109
BUMIAJI	BUMIAJI	Perdagangan dan Jasa	0.600	0% - 8%	0.550	0.575	86	Sta. Ngujung	0.0117	0.580
BUMIAJI	BUMIAJI	Perdagangan dan Jasa	0.600	25% - 40%	0.750	0.675	167	Sta. Ngujung	0.0117	1.319
BUMIAJI	BUMIAJI	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	9670	Sta. Ngujung	0.0117	53.626
BUMIAJI	BUMIAJI	Perumahan	0.550	0% - 8%	0.550	0.550	1	Sta. Ngujung	0.0117	0.005
BUMIAJI	BUMIAJI	Perumahan	0.400	25% - 40%	0.750	0.575	9730	Sta. Ngujung	0.0117	65.318
BUMIAJI	BUMIAJI	Perumahan	0.550	25% - 40%	0.750	0.650	42050	Sta. Ngujung	0.0117	319.104
BUMIAJI	BUMIAJI	Perumahan	0.400	8% - 15%	0.650	0.525	11980	Sta. Ngujung	0.0117	73.429
TORONGREJO	JUNREJO	Kawasan Pariwisata	0.350	> 40%	0.850	0.600	12650	Sta. Pendem	0.0124	94.345
TORONGREJO	JUNREJO	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	3168	Sta. Pendem	0.0124	17.720
TORONGREJO	JUNREJO	Kawasan Pariwisata	0.350	15% - 25%	0.700	0.525	40590	Sta. Pendem	0.0124	264.884
PENDEM	JUNREJO	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	0.500	0% - 8%	0.550	0.525	30540	Sta. Pendem	0.0124	199.299
PENDEM	JUNREJO	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	0.500	8% - 15%	0.650	0.575	33810	Sta. Pendem	0.0124	241.652
PENDEM	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	0.600	0% - 8%	0.550	0.575	1915	Sta. Pendem	0.0124	13.687
PENDEM	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	0.600	8% - 15%	0.650	0.625	2731	Sta. Pendem	0.0124	21.217
TULUNGREJO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	928	Sta. Tinjomoyo	0.0113	6.270
TULUNGREJO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	0.550	25% - 40%	0.750	0.650	4450	Sta. Tinjomoyo	0.0113	32.573
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	21910	Sta. Tinjomoyo	0.0113	111.029

Lanjutan Tabel 4.39 Analisa Volume Genangan (Qro) Pada Setiap Penggunaan Lahan

Desa	Kecamatan	Keterangan	C Peng.Lhn	Kemiringan	C lereng	Koef. C	luas (m)	Sta. Hujan	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	21910	Sta. Tinjomoyo	0.0113	111.029
TULUNGREJO	BUMIAJI	Perdagangan dan Jasa	0.600	25% - 40%	0.750	0.675	4031	Sta. Tinjomoyo	0.0113	30.641
BULUKERTO	BUMIAJI	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	53	Sta. Tinjomoyo	0.0113	0.285
BULUKERTO	BUMIAJI	Perumahan	0.400	15% - 25%	0.700	0.550	482	Sta. Tinjomoyo	0.0113	2.985
BEJI	JUNREJO	Fasilitas Umum	0.550	0% - 8%	0.550	0.550	1.1	Sta. Temas	0.0108	0.007
BEJI	JUNREJO	Fasilitas Umum	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	397	Sta. Temas	0.0108	2.583
BEJI	JUNREJO	Kawasan Wisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	4050	Sta. Temas	0.0108	19.754
BEJI	JUNREJO	Kawasan Wisata	0.350	8% - 15%	0.650	0.500	92680	Sta. Temas	0.0108	502.281
BEJI	JUNREJO	Kawasan Wisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	3914	Sta. Temas	0.0108	19.091
BEJI	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	0.600	0% - 8%	0.550	0.575	14700	Sta. Temas	0.0108	91.617
BEJI	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	0.600	8% - 15%	0.650	0.625	31	Sta. Temas	0.0108	0.210
BEJI	JUNREJO	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	2013	Sta. Temas	0.0108	10.364
BEJI	JUNREJO	Perumahan	0.400	8% - 15%	0.650	0.525	8454	Sta. Temas	0.0108	48.107
PANDANREJO	BUMIAJI	Fasilitas Umum	0.550	25% - 40%	0.750	0.650	104500	Sta. Ngujung	0.0117	793.018
GIRIPURNO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	0.550	15% - 25%	0.700	0.625	19710	Sta. Ngujung	0.0117	143.820
GIRIPURNO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	12180	Sta. Ngujung	0.0117	85.320
GIRIPURNO	BUMIAJI	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	5829	Sta. Ngujung	0.0117	32.325
GIRIPURNO	BUMIAJI	Perumahan	0.400	15% - 25%	0.700	0.550	22	Sta. Ngujung	0.0117	0.141

Sumber : Hasil analisa

➤ Keterangan tabel :

Kolom 1 : Nama Desa

Kolom 2 : Nama Kecamatan

Kolom 3 : Keterangan penggunaan lahan

Kolom 4 : Nilai C penggunaan lahan

Kolom 5 : Kemiringan lahan

Kolom 6 : Nilai C kemiringan lahan

Kolom 7 : Nilai koefisien pengaliran (C) Rerata  $\rightarrow C = \frac{\sum_{i=0}^n C_i A_i}{\sum_{i=0}^n A_i}$

Kolom 8 : Luasan penggunaan lahan (A)  $\rightarrow (m^2)$

Kolom 9 : Nama sta. hujan

Kolom 10 : Intensitas hujan kala ulang 5thn  $\rightarrow I (m/jam)$

Kolom 11 : volume genangan (Qro)  $(C \times I \times A) \rightarrow (m^3/jam)$

➤ *Perhitungan volume genangan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.*

#### 4.3.2 Analisa Jumlah Dan Kepadatan Sumur Resapan

Dimensi sumur resapan akan dianalisa dengan rumus 2.18 dengan nilai faktor geometri (F) dari table 2.3, sedangkan untuk nilai Koefisien permeabilitas tanah (K) dianalisa dengan peta jenis tanah Kota Batu dengan nilai K didapat dari table 4.40 berikut ini :

Tabel 4.40 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (K) di Wilayah Kota Batu

Tanah	Deskripsi	K (m/jam)
Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	Agak cepat	0,095
Asosiasi Andosol Kelabu dan Regosol Kelabu	Cepat	0,042



Lanjutan Tabel 4.40 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (K) di Wilayah Kota Batu

Tanah	Deskripsi	K (m/jam)
Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	Sedang	0,020
Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol	Agak cepat	0,095
Regosol Coklat	Sedang	0,042

Sumber : Departemen Kehutanan (1998)

Perhitungan dimensi sumur resapan dapat dilihat pada table 4.32,

Direncanakan :

- Diameter : 0.8 m
- Jari-jari(R) : 0,4 m
- Tinggi (Hmax) : 3,0 m dengan 2,5 m pasangan batu bata tanpa bis dan
- L = 0,5 m tinggi tanah (dihitung dari dasar sumur)
- Dari table 2.6 diambil

$$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L+2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$$

$$= \frac{(2*3,14*0,5) + (2*3,14*0,8*\ln 2)}{\ln \left\{ \frac{0,5+2*0,8}{0,8} + \sqrt{\left(\frac{0,5}{0,8}\right)^2 + 1} \right\}}$$

$$= 4,956 \text{ m}$$

- Durasi dominan hujan (T) = 5 jam
- Contoh perhitungan analisa sebaran jumlah/luasan penggunaan lahan dan kepadatan/m<sup>2</sup> pada setiap desa dapat dilihat pada tabel berikut ;

Tabel 4.41 Analisa Kapasitas Tampungan Sumur Resapan (Qsr) Dan Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan Pada Setiap Penggunaan Lahan Berdasarkan Besarnya Volume Genangan di Wilayah Kota Batu

Desa	Kecamatan	Jenis Tanah	K (m/jam)	k	Keterangan	Koef. C	luas (m)	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)	F	T	H	Qsr (m <sup>3</sup> /jam)	jumlah SR/luas san (buah)
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Fasilitas Umum	0.550	12730	0.0117	81.742	4.956	5	3	0.975	84
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Fasilitas Umum	0.600	2778	0.0117	19.460	4.956	5	3	0.975	20
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.500	9442	0.0117	55.117	4.956	5	3	0.975	57
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.450	21910	0.0117	115.109	4.956	5	3	0.975	118
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perdagangan dan Jasa	0.575	86	0.0117	0.580	4.956	5	3	0.975	1
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perdagangan dan Jasa	0.675	167	0.0117	1.319	4.956	5	3	0.975	1
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perumahan	0.475	9670	0.0117	53.626	4.956	5	3	0.975	55
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perumahan	0.550	1	0.0117	0.005	4.956	5	3	0.975	0
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei	0.095	agak cepat	Perumahan	0.575	9730	0.0117	65.318	4.956	5	3	0.975	67

Lanjutan tabel 4.41 Analisa Kapasitas Tampung Sumur Resapan (Qsr) Dan Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan Pada Setiap Penggunaan Lahan Berdasarkan Besarnya Volume Genangan di Wilayah Kota Batu

Desa	Kecamatan	Jenis Tanah	K (m/jam)	k	Keterangan	Koef. C	luas (m)	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)	F	T	H	Qsr (m <sup>3</sup> /jam)	jumlah SR/luas (buah)
		Humus												
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Perumahan	0.650	42050	0.0117	319.104	4.956	5	3	0.975	327
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Perumahan	0.525	11980	0.0117	73.429	4.956	5	3	0.975	75
TORONGREJO	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.600	12650	0.0124	94.345	4.956	5	3	0.975	97
TORONGREJO	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.450	3168	0.0124	17.720	4.956	5	3	0.975	18
TORONGREJO	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.525	40590	0.0124	264.884	4.956	5	3	0.975	272
PENDEM	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	0.525	30540	0.0124	199.299	4.956	5	3	0.975	204
PENDEM	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	0.575	33810	0.0124	241.652	4.956	5	3	0.975	248
PENDEM	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Perdagangan dan Jasa	0.575	1915	0.0124	13.687	4.956	5	3	0.975	14
PENDEM	JUNREJO	Asosiasi Andosol Coklat dan Gleis Humus	0.095	agak cepat	Perdagangan dan Jasa	0.625	2731	0.0124	21.217	4.956	5	3	0.975	22

Lanjutan tabel 4.41 Analisa Kapasitas Tampung Sumur Resapan (Qsr) Dan Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan Pada Setiap Penggunaan Lahan Berdasarkan Besarnya Volume Genangan di Wilayah Kota Batu

Desa	Kecamatan	Jenis Tanah	K (m/jam)	k	Keterangan	Koef. C	luas (m)	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)	F	T	H	Qsr (m <sup>3</sup> /jam)	jumlah SR/luas san (buah)
TULUNGREJO	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Industri dan Pergudangan	0.600	928	0.0113	6.270	4.956	5	3	0.975	6
TULUNGREJO	BUMIAJI	Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol	0.095	agak cepat	Industri dan Pergudangan	0.650	4450	0.0113	32.573	4.956	5	3	0.975	33
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.450	21910	0.0113	111.029	4.956	5	3	0.975	114
BUMIAJI	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Kawasan Pariwisata	0.450	21910	0.0113	111.029	4.956	5	3	0.975	114
TULUNGREJO	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perdagangan dan Jasa	0.675	4031	0.0113	30.641	4.956	5	3	0.975	31
BULUKERTO	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perumahan	0.475	53	0.0113	0.285	4.956	5	3	0.975	0
BULUKERTO	BUMIAJI	Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	0.095	agak cepat	Perumahan	0.550	482	0.0113	2.985	4.956	5	3	0.975	3
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Fasilitas Umum	0.550	1.1	0.0108	0.007	4.956	5	3	0.065	0
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan	0.020	Sedang	Fasilitas Umum	0.600	397	0.0108	2.583	4.956	5	3	0.065	40

Lanjutan tabel 4.41 Analisa Kapasitas Tampung Sumur Resapan (Qsr) Dan Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan Pada Setiap Penggunaan Lahan Berdasarkan Besarnya Volume Genangan di Wilayah Kota Batu

Desa	Kecamatan	Jenis Tanah	K (m/jam)	k	Keterangan	Koef. C	luas (m)	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)	F	T	H	Qsr (m <sup>3</sup> /jam)	jumlah SR/luas san (buah)
		Regosol Kelabu												
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Kawasan Wisata	0.450	4050	0.0108	19.754	4.956	5	3	0.065	304
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Kawasan Wisata	0.500	92680	0.0108	502.281	4.956	5	3	0.065	7727
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Kawasan Wisata	0.450	3914	0.0108	19.091	4.956	5	3	0.065	294
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Perdagangan dan Jasa	0.575	14700	0.0108	91.617	4.956	5	3	0.065	1409
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Perdagangan dan Jasa	0.625	31	0.0108	0.210	4.956	5	3	0.065	3
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Perumahan	0.475	2013	0.0108	10.364	4.956	5	3	0.065	159
BEJI	JUNREJO	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Perumahan	0.525	8454	0.0108	48.107	4.956	5	3	0.065	740
PANDANREJO	BUMIAJI	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Fasilitas Umum	0.650	104500	0.0117	793.018	4.956	5	3	0.065	12200
GIRIPURNO	BUMIAJI	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Industri dan Pergudangan	0.625	19710	0.0117	143.820	4.956	5	3	0.065	2213

Lanjutan tabel 4.41 Analisa Kapasitas Tampung Sumur Resapan (Qsr) Dan Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan Pada Setiap Penggunaan Lahan Berdasarkan Besarnya Volume Genangan di Wilayah Kota Batu

Desa	Kecamatan	Jenis Tanah	K (m/jam)	k	Keterangan	Koef. C	luas (m)	I5thn (m/jam)	Qro (m <sup>3</sup> /jam)	F	T	H	Qsr (m <sup>3</sup> /jam)	jumlah SR/luas (buah)
GIRIPURNO	BUMIAJI	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Industri dan Pergudangan	0.600	12180	0.0117	85.320	4.956	5	3	0.065	1313
GIRIPURNO	BUMIAJI	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Perumahan	0.475	5829	0.0117	32.325	4.956	5	3	0.065	497
GIRIPURNO	BUMIAJI	Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	0.020	Sedang	Perumahan	0.550	22	0.0117	0.141	4.956	5	3	0.065	2

Sumber : Hasil analisa

Kolom 1 : Nama Desa

Kolom 2 : Nama Kecamatan

Kolom 3 : Keterangan jenis tanah

Kolom 4 : Nilai K (m/jam)

Kolom 5 : Deskripsi nilai K

Kolom 6 : Keterangan penggunaan lahan

Kolom 7 : Nilai koefisien pengaliran (C) Rerata  $\rightarrow C = \frac{\sum_{i=0}^n C_i A_i}{\sum_{i=0}^n A_i}$

Kolom 8 : Luasan penggunaan lahan (A)  $\rightarrow (m^2)$

Kolom 9 : Hujan rancangan 15 tahun (m/jam)

Kolom 10 : Nilai Qro (m<sup>3</sup>/jam)

Kolom 11 : Nilai F

Kolom 12 : Nilai T

Kolom 13 : Nilai H

Kolom 14 : volume genangan (Qro) (C x I x A)  $\rightarrow (m^3/jam)$

Kolom 15 : Jumlah SR / luasan ( buah )



Dari tabel analisa perhitungan jumlah sumur resapan dengan efisiensi 100% penyerapan pada SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum untuk kondisi intensitas hujan rata-rata Wilayah Indonesia dapat dilihat pada tabel 4.42, dimana kondisi intensitas hujan rata-rata Wilayah Indonesia adalah 87,00mm/jam sedangkan intensitas hujan rata-rata Wilayah Kota Batu adalah 97,72mm/jam, maka untuk mendapatkan perbandingan antara SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum dengan perhitungan jumlah sumur resapan berdasarkan volume genangan (Qro) harus dicari angka korelasi antara intensitas hujan rata-rata Wilayah Indonesia dengan intensitas hujan rata-rata Wilayah Kota batu dengan perhitungan sebagai berikut :

$$I_{\text{rata-rata Batu}} : I_{\text{rata-rata Indonesia}} = 97,72/87,00$$

$$= 1,123$$

Dimana :

- $I_{\text{rata-rata Batu}}$  = intensitas hujan rata-rata Wilayah Kota Batu (mm/jam)
- $I_{\text{rata-rata Indonesia}}$  = intensitas hujan rata-rata Wilayah Indonesia (mm/jam)

Tabel 4.42 SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan 100%

Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	1	1	*
40	2	1	*
50	2	1	1
60	2	1	1
70	3	2	1



Lanjutan tabel 4.42 SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan

100%

Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
80	3	2	1
90	3	2	2
100	4	2	2
200	8	4	3
300	12	7	5
400	15	9	6
500	19	11	7

Sumber : SK SNI. T-06-1990-F

Setelah mendapatkan angka korelasi antara intensitas hujan rata-rata Wilayah Indonesia dengan intensitas hujan Wilayah Kota Batu, selanjutnya jumlah sumur resapan pada tabel 4.42 masing-masing luasan bidang tadah dan kondisi permeabilitas tanah dikalikan dengan angka korelasi yang telah didapat. Contoh perhitungan jumlah sumur resapan untuk SK-SNI yang sesuai dengan intensitas hujan rata-rata Wilayah Kota Batu :

Contoh perhitungan jumlah sumur resapan pada kondisi permeabilitas sedang (0.020-0.063 m/jam) dengan luas bidang tadah 20m<sup>2</sup> di Wilayah Kota Batu:

$$\begin{aligned}
 - \text{Jumlah sumur resapan} \times \text{angka korelasi} &= 1 \times 1,123 \\
 &= 1 \text{ buah}/20\text{m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 4.43. SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan 100% Yang Telah Disesuaikan dengan Intensitas Hujan Rata-rata Wilayah Kota Batu

Luas bidang tadah	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)

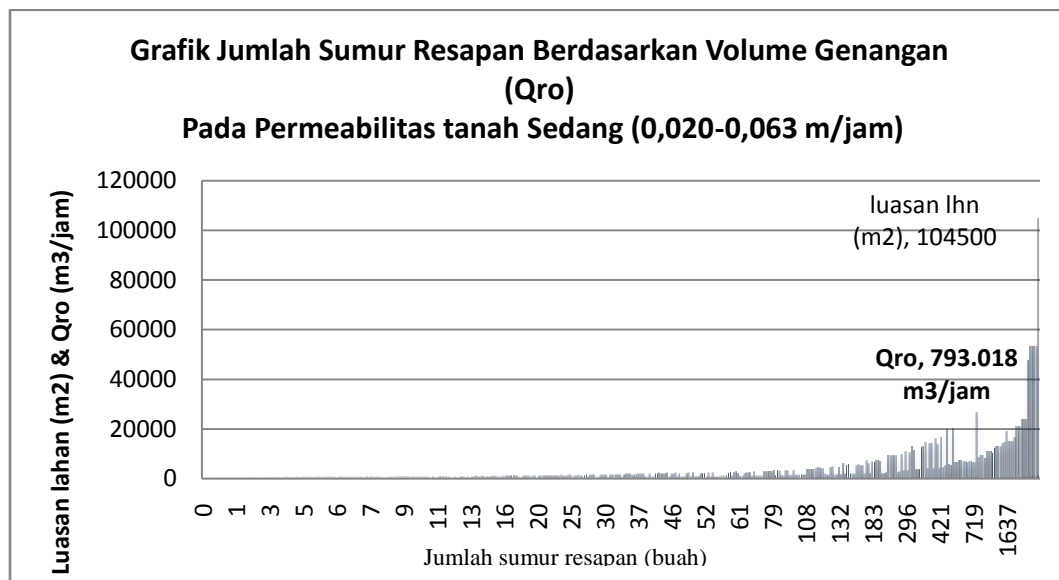
Lanjutan tabel 4.43. SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan  
100% Yang Telah Disesuaikan dengan Intensitas Hujan Rata-rata  
Wilayah Kota Batu

(m2)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	1	1	*
40	2	1	*
50	2	1	1
60	2	1	1
70	3	2	1
80	3	2	1
90	3	2	2
100	4	2	2
200	9	4	3
300	13	8	6
400	17	10	7

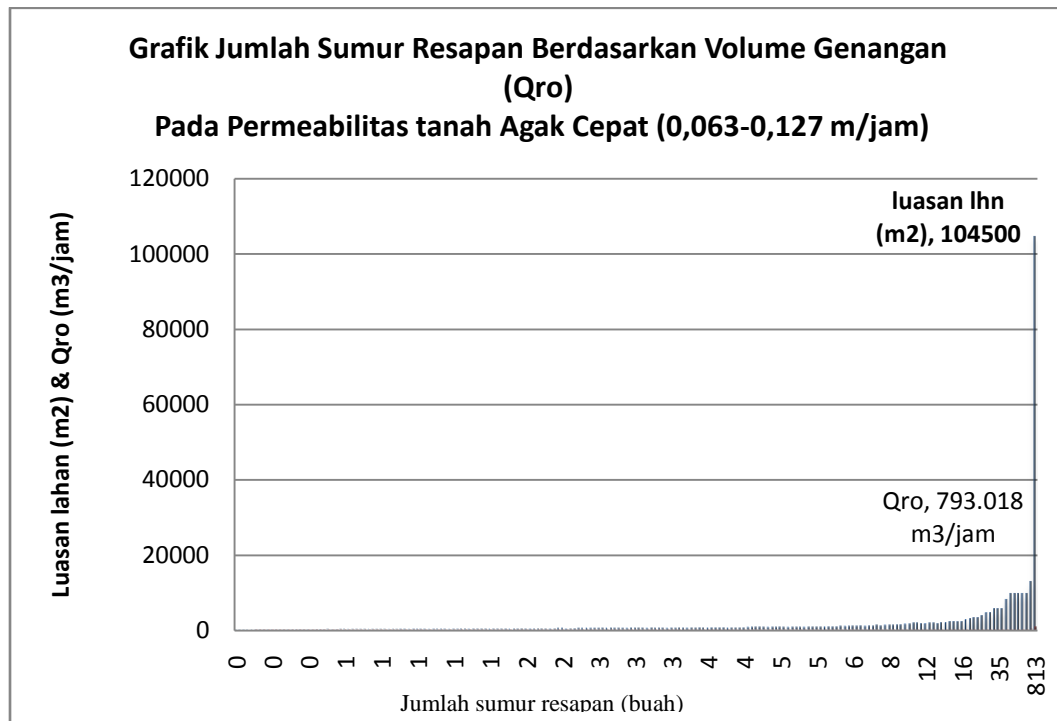
Sumber : hasil analisa

Dari analisa perhitungan volume genangan dengan intensitas hujan  
rancangan 5 tahunan didapat grafik hubungan antara luas penggunaan lahan dan  
volume genangan dengan jumlah sumur resapan sebagai berikut ;

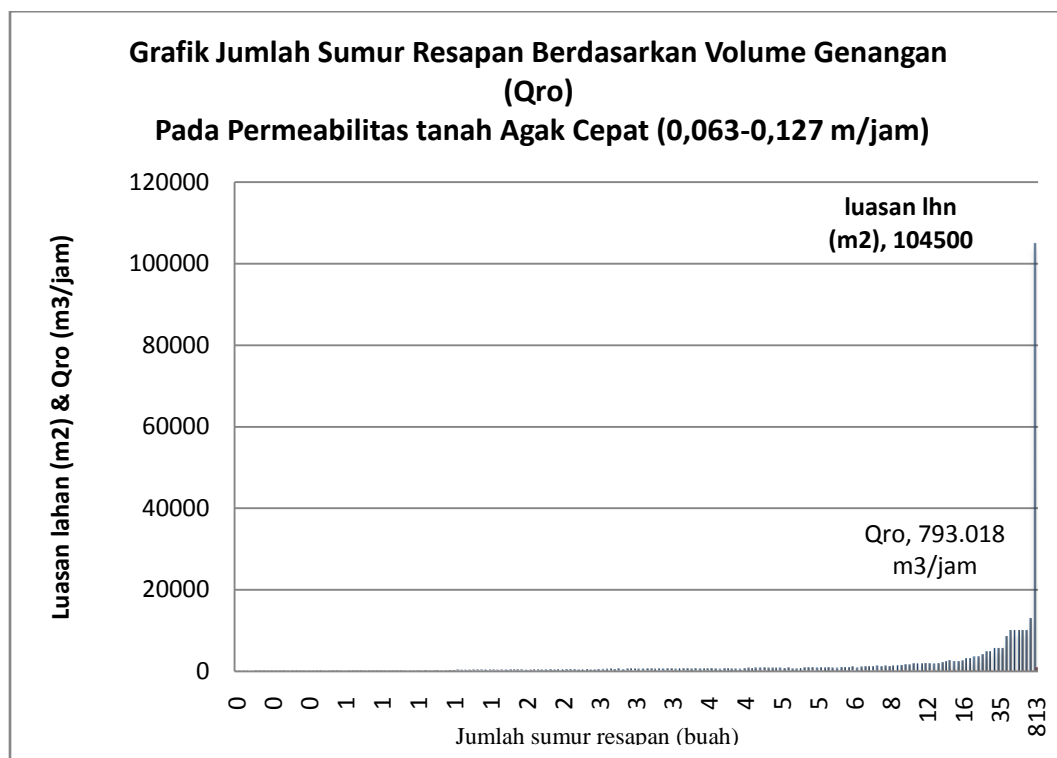
**Gambar 4.3 Analisa sebaran jumlah sumur resapan untuk penggunaan  
lahan fasilitas umum di Wilayah Kota Batu :**



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa

- Dari grafik di atas dapat disimpulkan untuk fasilitas umum di Wilayah Kota Batu sebaran jumlah sumur resapannya adalah, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.44 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Fasilitas Umum

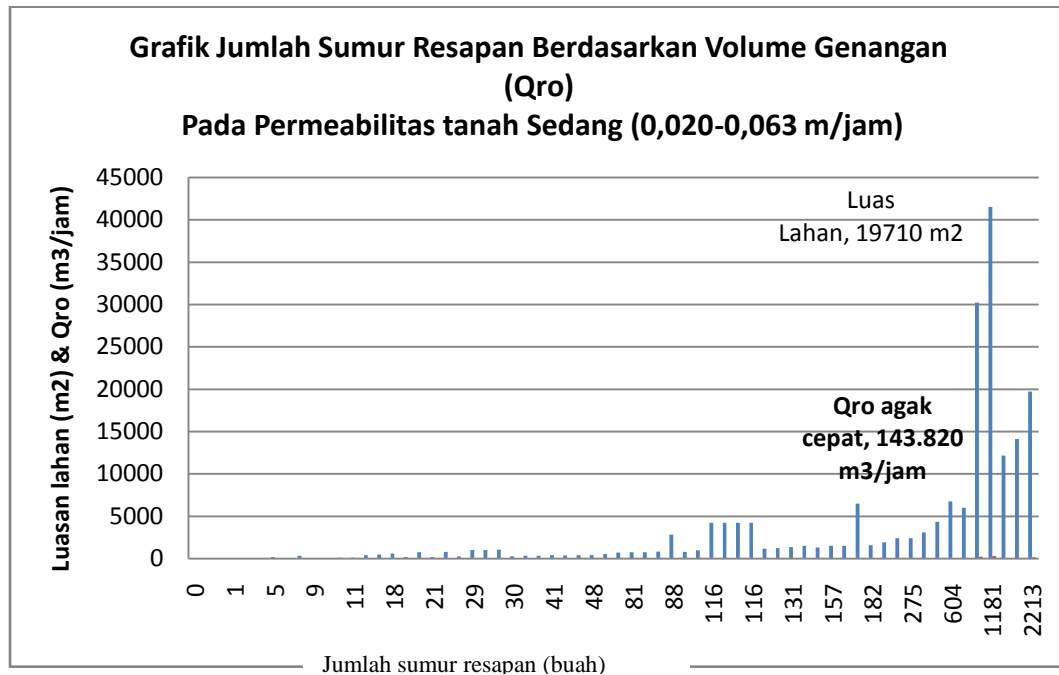
Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	2	*	*
40	3	*	*
50	4	*	*
60	4	*	*
70	5	1	*
80	6	1	*
90	7	1	*
100	7	1	*
200	15	1	1
300	22	2	1
400	30	3	2
500	37	4	2

Sumber : hasil analisa

Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- Qro : volume genangan (Run Off) → m/jam
- Qsr : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- Ø0,8 : diameter sumur resapan = 80 cm

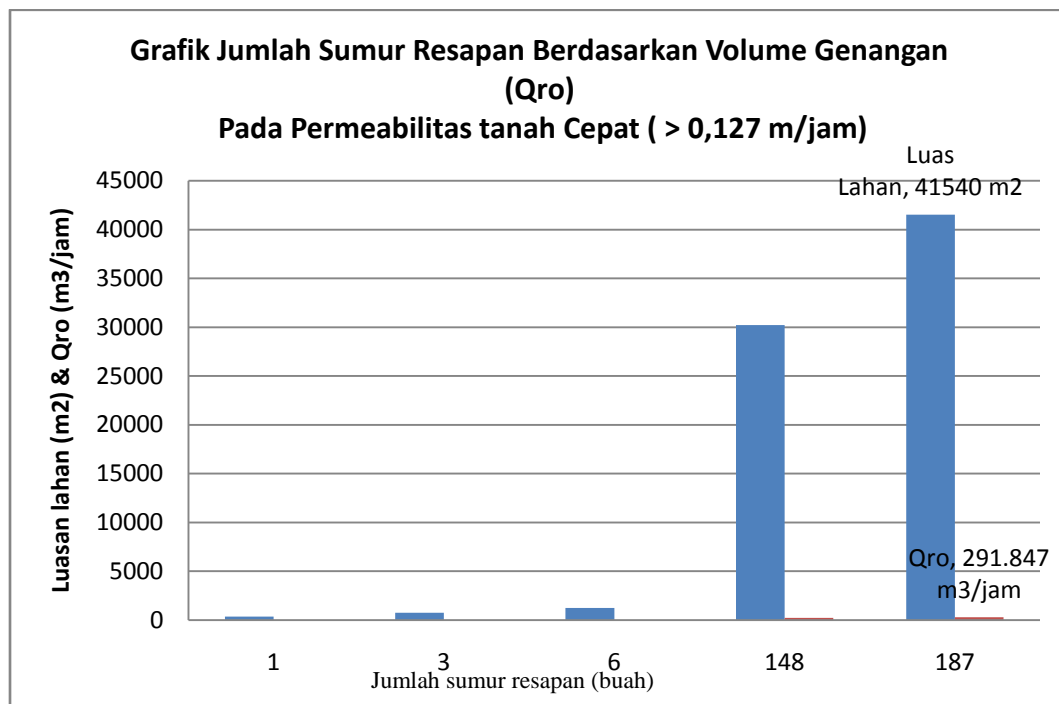
**Gambar 4.4 Analisa sebaran jumlah sumur resapan untuk penggunaan lahan industri dan pergudangan di Wilayah Kota Batu :**



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa

- Dari grafik di atas dapat disimpulkan untuk industry dan pergudangan di Wilayah Kota Batu sebaran jumlah sumur resapannya adalah, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.45 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Industri dan Pergudangan

Luas bidang tadah (m²)	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	2	*	*
40	3	*	*
50	3	*	*
60	4	*	*
70	4	1	*

Lanjutan tabel 4.45 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Industri dan Pergudangan

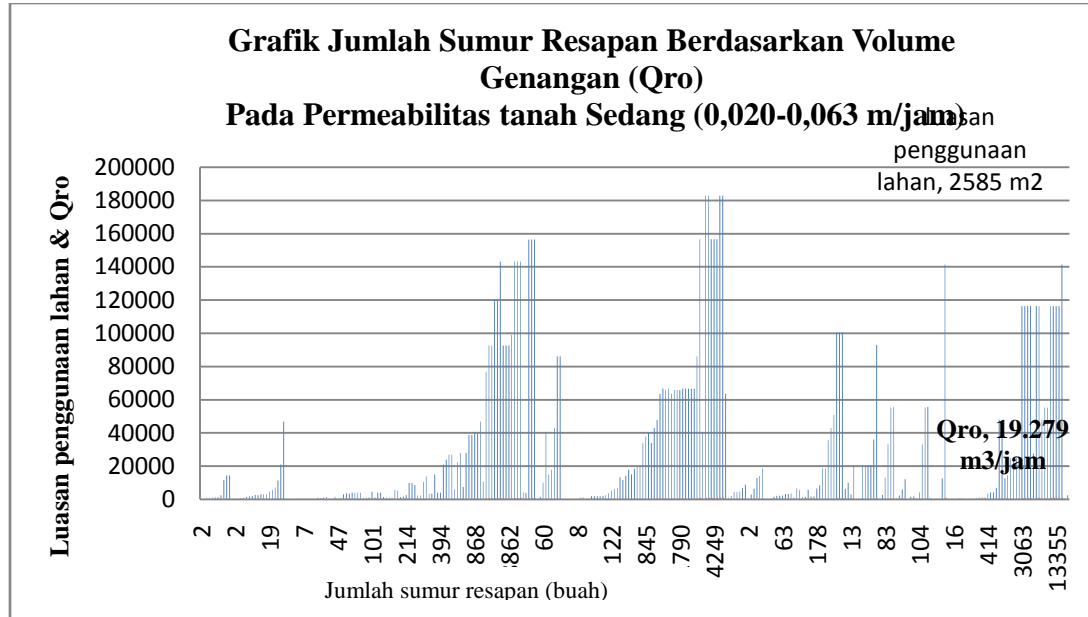
Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
80	5	1	*
90	6	1	*
100	6	1	*
200	13	1	1
300	19	2	1
400	26	3	2
500	32	4	2

Sumber : hasil analisa

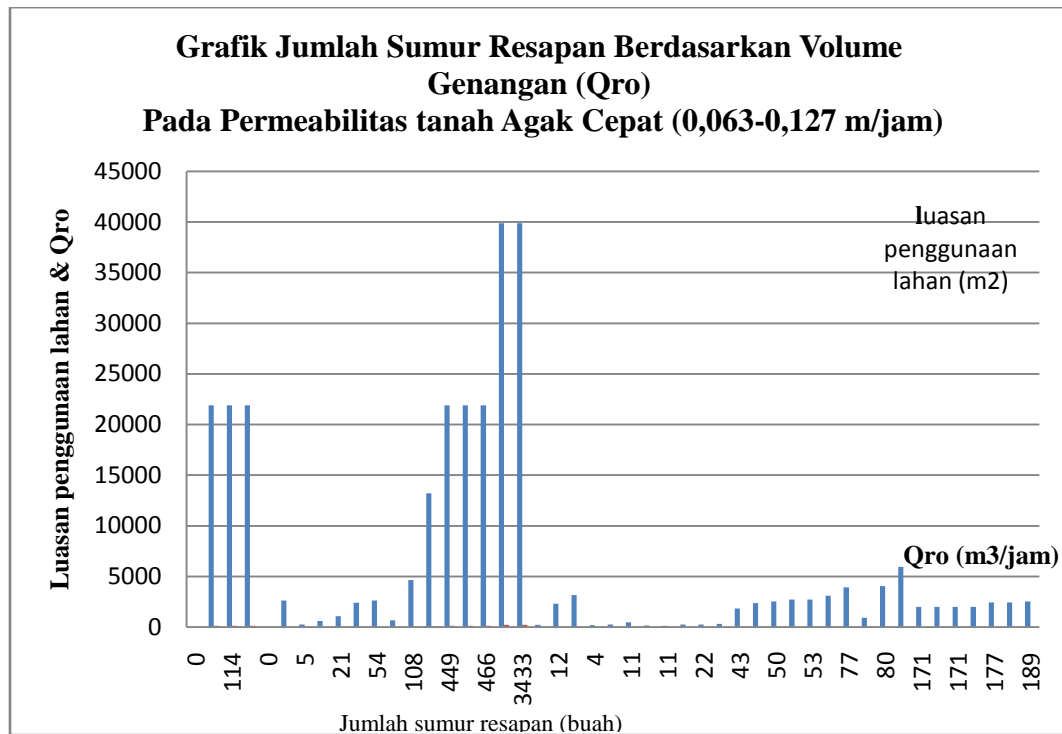
Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- Q<sub>ro</sub> : volume genangan (Run Off) m/jam
- Q<sub>sr</sub> : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- Ø0,8 : diameter sumur resapan = 80 cm

**Gambar 4.5 Analisa sebaran jumlah sumur resapan untuk penggunaan lahan kawasan wisata di Wilayah Kota Batu :**

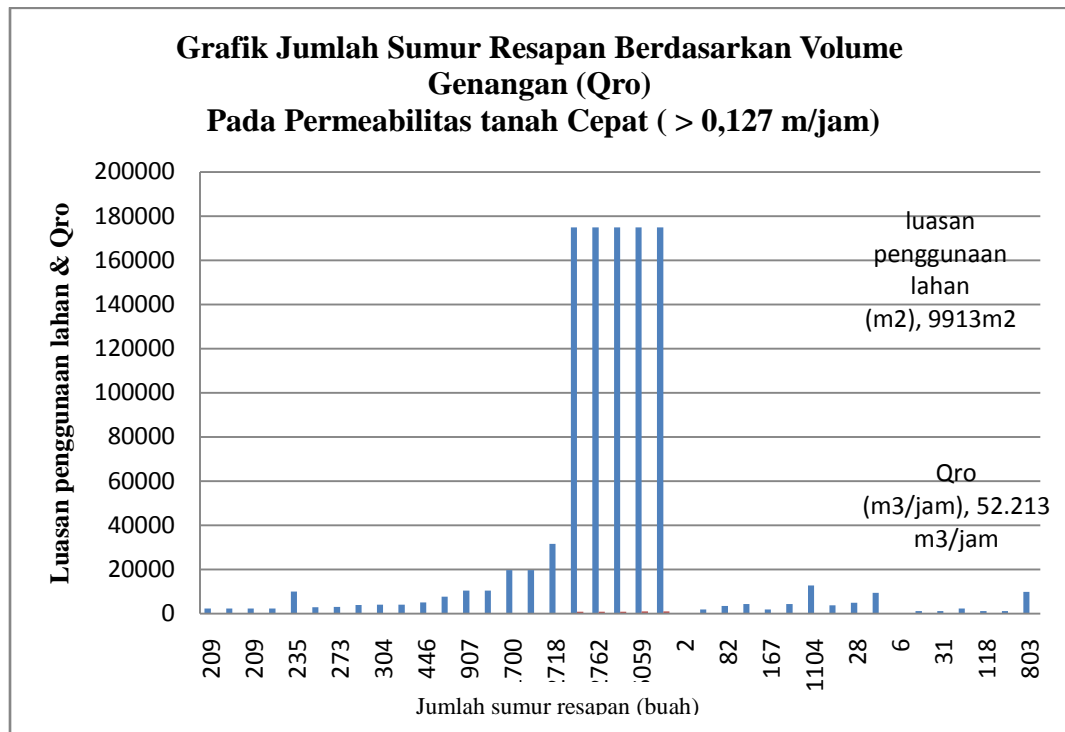


Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa





Sumber : hasil analisa

- Dari grafik di atas dapat disimpulkan untuk kawasan wisata di Wilayah Kota Batu sebaran jumlah sumur resapannya adalah, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.46 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Kawasan Wisata

Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat ( $>0.127$ m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	1	*	*
40	2	*	*
50	2	*	*
60	3	*	*
70	3	*	*
80	4	1	*

**Tabel 4.46 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume  
Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Kawasan Wisata**

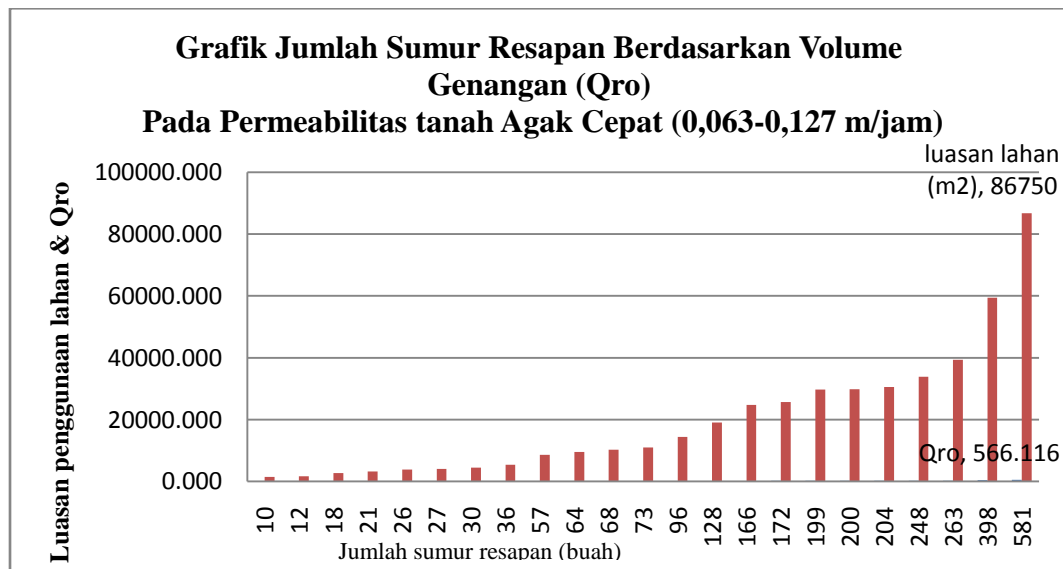
Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
90	4	1	*
100	5	1	*
200	10	1	1
300	15	2	1
400	20	3	1
500	24	3	2

Sumber : hasil analisa

Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- $Q_{ro}$  : volume genangan (Run Off) m/jam
- $Q_{sr}$  : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- $\phi 0,8$  : diameter sumur resapan = 80 cm

**Gambar 4.6 Analisa sebaran jumlah sumur resapan untuk penggunaan  
lahan kawasan Militer di Wilayah Kota Batu :**



Sumber : hasil analisa

➤ Dari grafik di atas dapat disimpulkan untuk kawasan Militer di Wilayah Kota

Batu sebaran jumlah sumur resapannya adalah, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.47 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan  
(Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Kawasan Militer

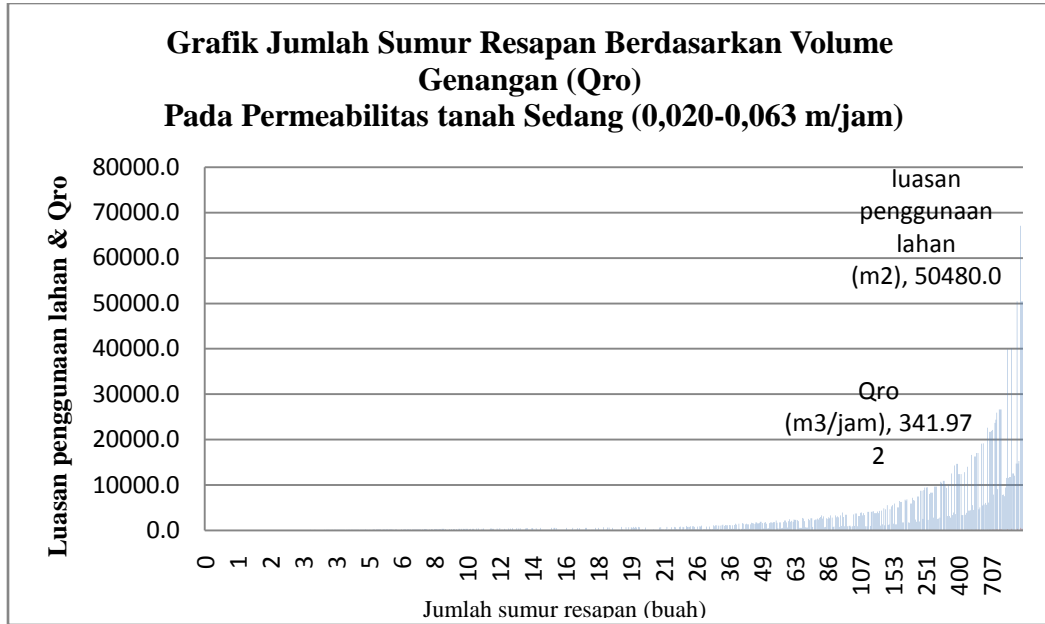
Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	*	*	*
30	*	*	*
40	*	*	*
50	*	*	*
60	*	*	*
70	*	*	*
80	*	1	*
90	*	1	*
100	*	1	*
200	*	1	*
300	*	2	*
400	*	3	*
500	*	3	*

Sumber : hasil analisa

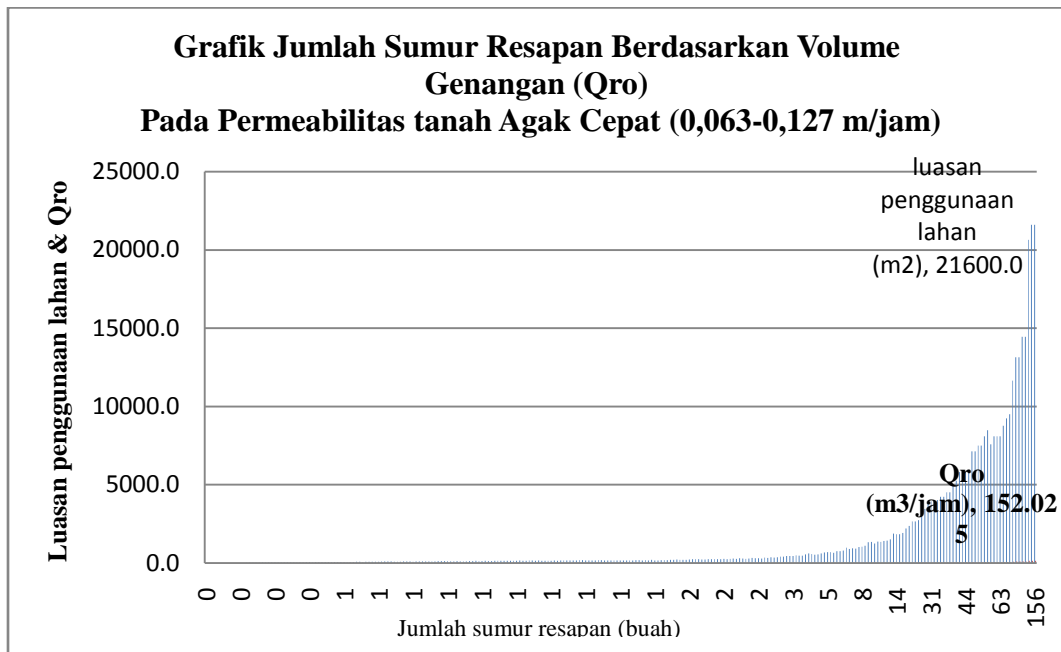
Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- $Q_{ro}$  : volume genangan (Run Off) m/jam
- $Q_{sr}$  : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- $\phi 0,8$  : diameter sumur resapan = 80 cm

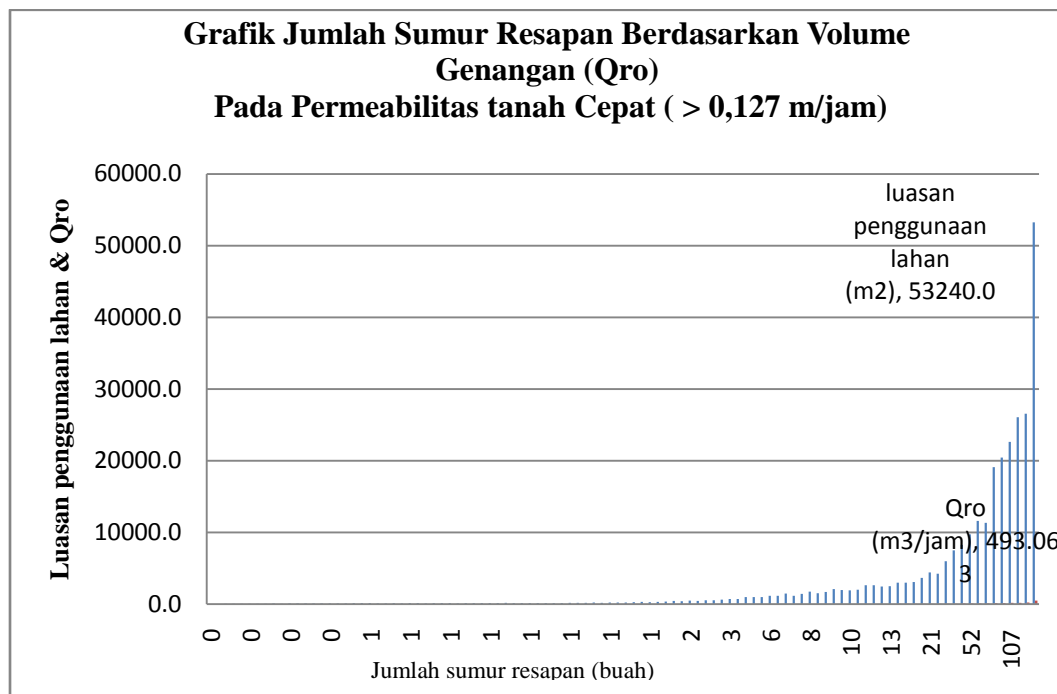
**Gambar 4.7 Analisa sebaran jumlah sumur resapan untuk penggunaan lahan jasa dan perdagangan di Wilayah Kota Batu :**



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa

- Dari grafik di atas dapat disimpulkan untuk perdagangan dan jasa di Wilayah Kota Batu sebaran jumlah sumur resapannya adalah, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.48 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan perdagangan dan jasa

Luas bidang tadah (m2)	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat ( $>0.127$ m/jam)
	untuk type II ( $\varnothing$ 0,8m)	untuk type II ( $\varnothing$ 0,8m)	untuk type II ( $\varnothing$ 0,8m)
20	1	*	*
30	1	*	*
40	2	*	*
50	2	*	*

Tabel 4.48 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan  
(Run Off) Untuk Penggunaan Lahan perdagangan dan jasa

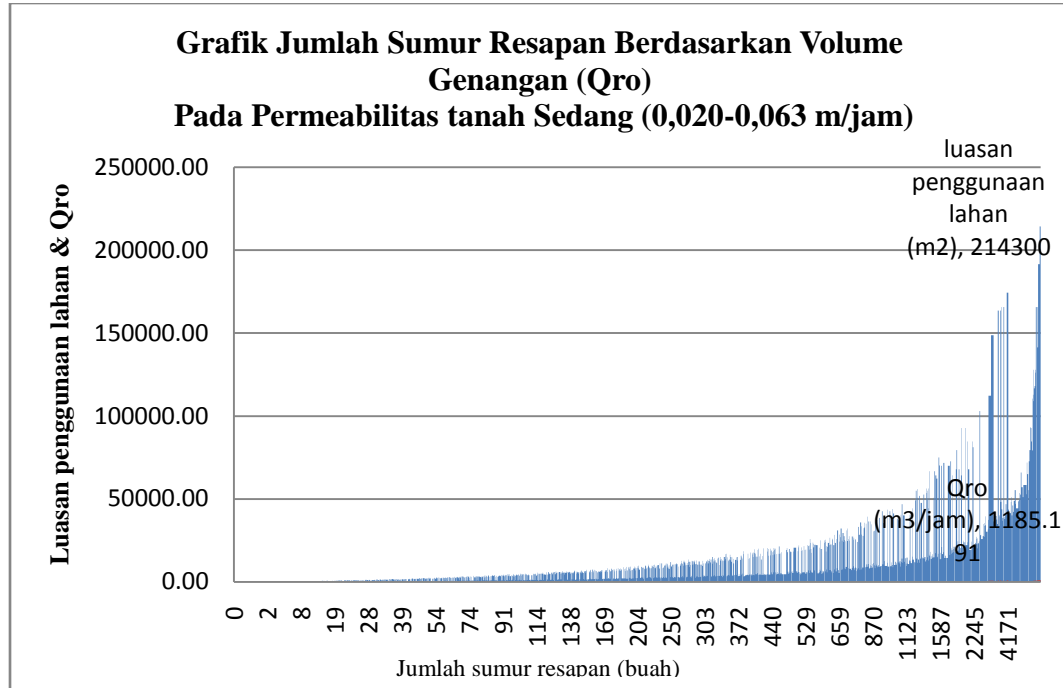
Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
60	3	*	*
70	3	1	*
80	4	1	*
90	4	1	*
100	5	1	1
200	10	1	1
300	15	2	2
400	20	3	2
500	25	4	3

Sumber : hasil analisa

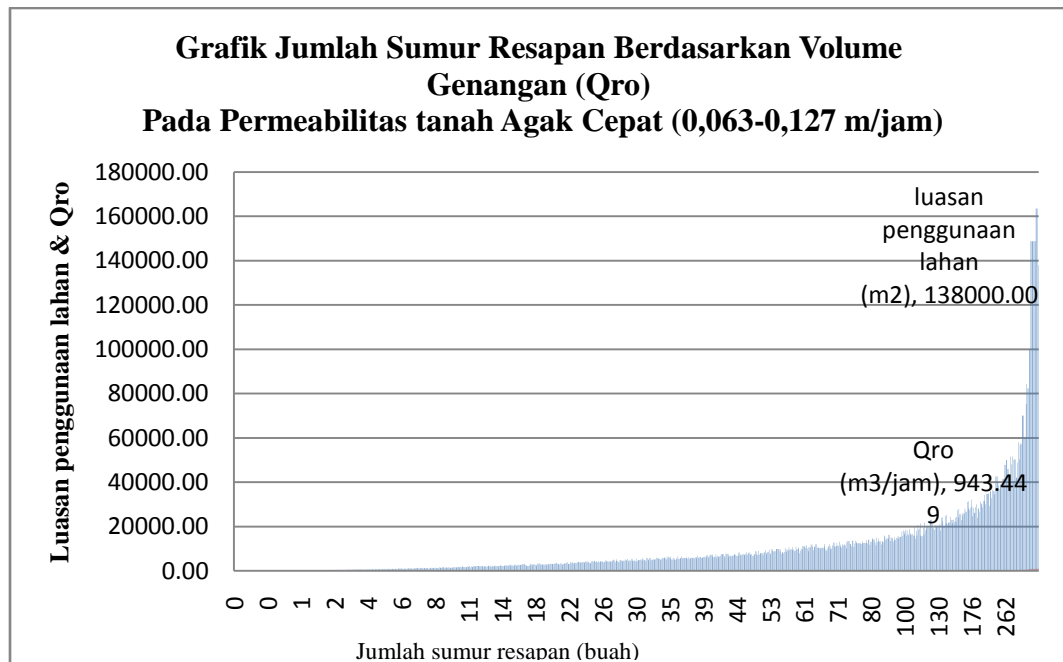
Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- $Q_{ro}$  : volume genangan (Run Off) m/jam
- $Q_{sr}$  : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- $\varnothing 0,8$  : diameter sumur resapan = 80 cm

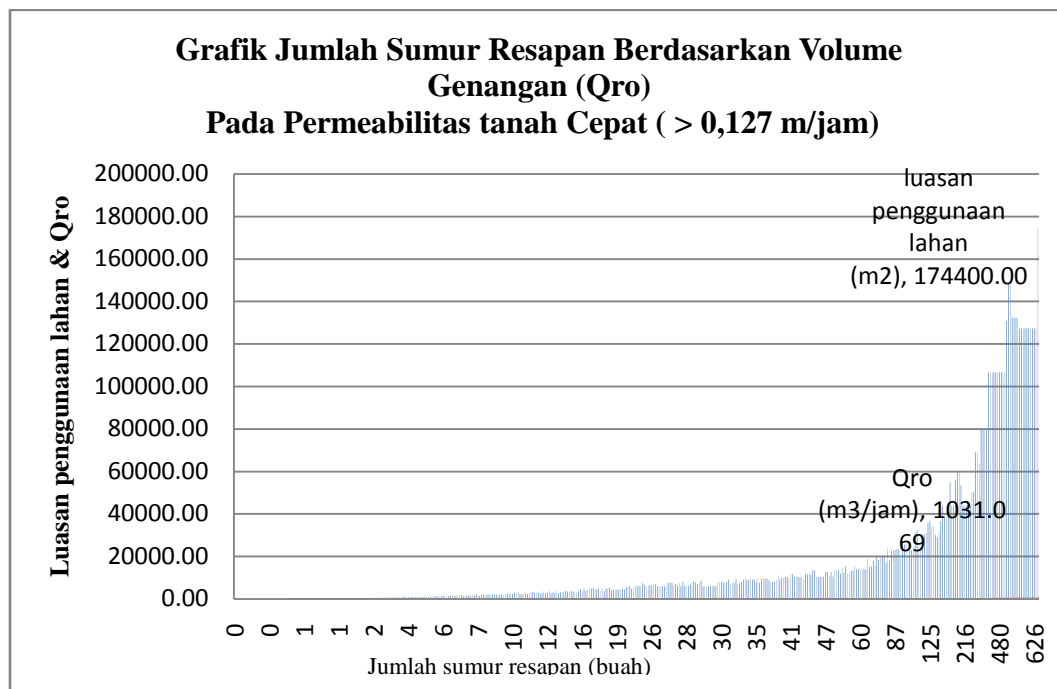
**Gambar 4.8 Analisa sebaran jumlah sumur resapan untuk penggunaan lahan perumahan di Wilayah Kota Batu :**



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa

- Dari grafik di atas dapat disimpulkan untuk perumahan di Wilayah Kota Batu sebaran jumlah sumur resapannya adalah, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.49 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Perumahan

Luas bidang tadah (m2)	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat ( $>0.127$ m/jam)
	untuk type II ( $\varnothing$ 0,8m)	untuk type II ( $\varnothing$ 0,8m)	untuk type II ( $\varnothing$ 0,8m)
20	1	*	*
30	2	*	*
40	2	*	*
50	3	*	*
60	3	*	*
70	4	*	*
80	4	*	*
90	5	*	*
100	6	*	*



Lanjutan tabel 4.49 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume

Genangan (Run Off) Untuk Penggunaan Lahan Perumahan

Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
200	11	1	1
300	17	1	1
400	22	1	2
500	28	2	2

Sumber : hasil analisa

Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- Qro : volume genangan (Run Off) m/jam
- Qsr : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- ø0,8 : diameter sumur resapan = 80 cm

#### 4.4 Optimasi Sumur Resapan

Table 4.50 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur

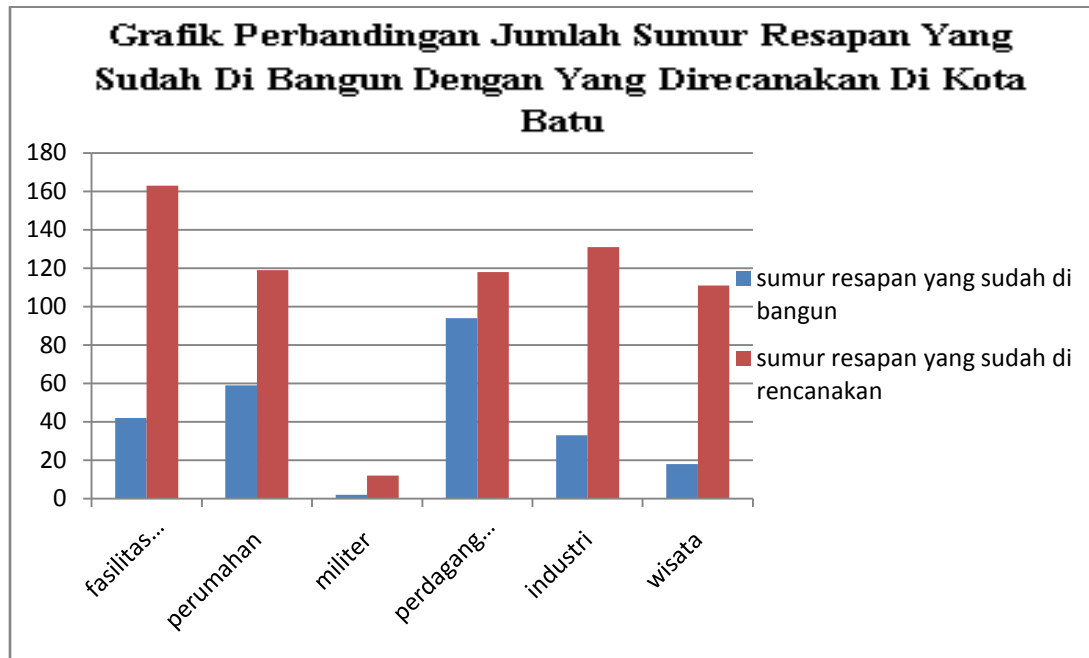
Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Penggunaan Lahan

No	Penggunaan lahan	SR Kebutuhan (unit)	SR sudah di bangun (unit)	Kekurangan (unit)
1	Kawasan Fasilitas umum	163	42	121
2	Kawasan Perumahan	119	59	60
3	Kawasan militer	12	2	10
4	Kawasan perdagangan	118	94	24
5	Kawasan industri	131	33	98
6	Kawasan wisata	111	18	93
	<b>Jumlah</b>	<b>654</b>	<b>❖ 248</b>	<b>406</b>

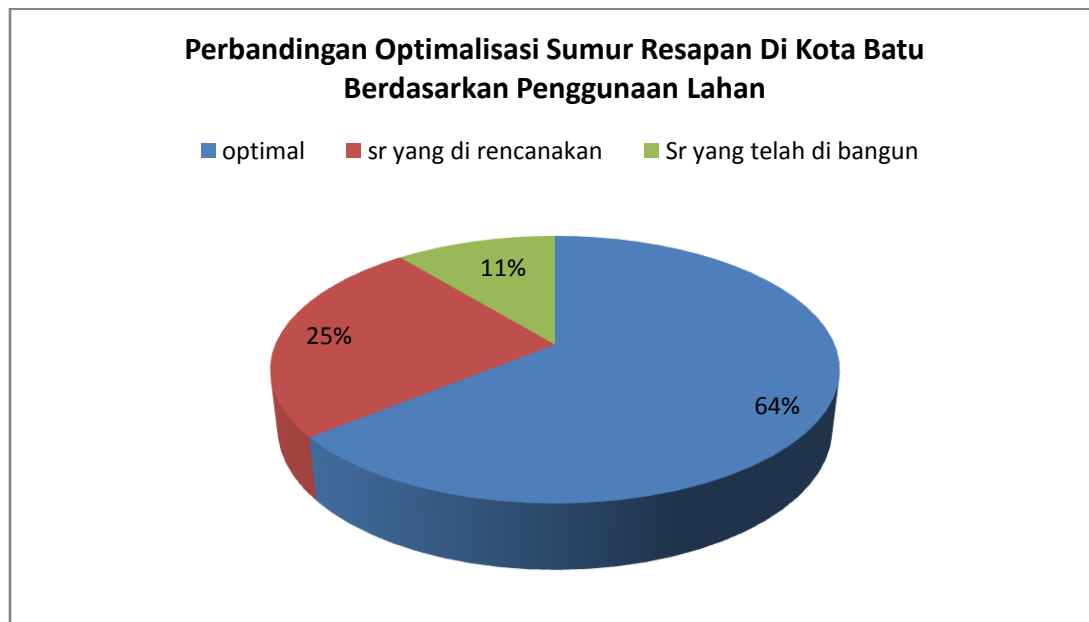
Sumber : hasil analisa

❖ ) SLHD Kota Batu ( 2013 )

**Gambar 4.9 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan**



Sumber : hasil analisa



Sumber : hasil analisa

Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Kecamatan

## Di Kota Batu

No	Kecamatan / Unit / Kelurahan / Desa		Th. Pelaks	Jumlah	Kebutuhan Sumur	Kekurangan
<b>I</b>	<b>Kecamatan Batu</b>					
	<b>A Kelurahan Ngaglik</b>			<b>17</b>	<b>30</b>	<b>13</b>
	1	Kantor Kelurahan Ngaglik	2004	1		
	2	SDN Ngaglik Unit I	2004	2		
	3	SDK Sang Timur Unit I	2004	2		
	4	SMPK Widyatama Unit I	2004	2		
	5	SMPK Yos Sudarso Unit I	2004	2		
	6	SDN 03 Ngaglik	2008	3		
	7	Gedung lab lingkungan	2009	4		
	8	SDN Ngaglik 02	2013	1		
	<b>B Kelurahan Sisir</b>			<b>63</b>	<b>67</b>	<b>4</b>
	1	SMA Negeri 01 Unit I	2004	4		
	2	SMP Negeri 02 Unit I	2004	2		
	3	MTS Hasyim Ashari	2005	1		
	4	SDN Sisir 04 Unit I	2005	2		
	5	SDN Sisir 06 Unit I	2005	2		
	6	Kantor KUD Batu Unit I	2005	4		
	7	SMK Negeri 01 Batu Unit I	2005	2		
	8	Kantor Kelurahan Sisir	2005	1		
	9	TK Plus Al-Irsyad Unit I	2005	2		
	10	SMP Taman Siswa Unit I	2005	2		
	11	SMA Islam 17 Agustus Unit I	2005	2		
	12	SMP Muhammadiyah 8	2005	1		
	13	SMP PGRI 01	2005	1		
	14	SMP PGRI 01	2006	1		
	15	SD Sisir 01	2005	1		

Lanjutan Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Kecamatan Di Kota Batu

	16	SD Sisir 02 Unit I	2005	2		
	17	SD Sisir 05	2005	1		
	18	SD Muhammadiyah 04	2005	1		
	19	Kantor SD, SMP Muhammadiyah	2005	1		
	20	Alun-alun Kota Batu	2007	2		
	21	Asrama Atlit Kota Batu	2007	2		
	22	Asrama Atlit Kota Batu	2008	3		
	23	PT Telkom Jl Diponegoro	2007	2		
	24	SMP PGRI 01	2007	1		
	25	Parkir Stadion	2008	3		
	26	Perum Pegadaian Kota Batu	2008	2		
	27	Jatim Park	2008	5		
	28	SMAN 01 Batu	2009	4		
	29	Makam Sisir	2009	2		
	30	Pemukiman Jalan diran	2009	2		
	31	SD Muhammadiyah 04	2012	2		
<b>C Desa Sumberejo</b>				<b>3</b>	<b>21</b>	<b>18</b>
	1	SDN Sumberejo 01	2005	1		
	2	SDN Sumberejo 02	2005	2		
<b>D Temas</b>				<b>13</b>	<b>21</b>	<b>8</b>
	1	Kantor Kelurahan Temas	2005	1		
	2	Man Malang II Unit I	2005	2		
	3	Aula Sekolah Immanuel	2005	4		
	4	TK Immanuel	2005	1		
	5	SDN 01 Temas	2011	2		
	6	SDN 02 Temas	2011	2		
	7	SDN 01 Temas	2012	1		

Lanjutan Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Kecamatan Di Kota Batu

	<b>E Desa Oro-oro Ombo</b>			<b>7</b>	<b>29</b>	<b>22</b>
	1	SDN Oro-ro Ombo 02	2005	1		
	2	SMP Ma'arif	2005	2		
	3	SDN 01 Oro-oro Ombo	2011	2		
	4	SDN 02 Oro-oro Ombo	2011	2		
	<b>F Pesanggrahan</b>			<b>17</b>	<b>23</b>	<b>6</b>
	1	Hotel Orchid	2007	5		
	2	Yayasan Darus Sholihin	2007	2		
	3	SDN Pesanggrahan 01	2007	2		
	4	SMPK Sangtimur	2009	2		
	5	Perumahan Lahor Agung	2009	4		
	6	Rs. Dr. Etty	2011	2		
	<b>G Desa Sidomulyo</b>			<b>11</b>	<b>41</b>	<b>30</b>
	1	Balai Desa Sidomulyo Unit I	2005	2		
	2	SDN Sidomulyo 01	2005	1		
	3	SDN Sidomulyo 03	2005	1		
	4	Sidomulyo 01	2006	1		
	5	Sidomulyo 02	2006	1		
	6	Sidomulyo 03	2006	1		
	7	Kantor Dispenda	2008	2		
	8	Kantor Bapeda	2008	2		
	Kecamatan / Unit / Kelurahan / Desa		Th. Pelaksanaan	Jumlah	Kebutuhan Sumur	Kekurangan
<b>II</b>	<b>Kecamatan Bumiaji</b>					
	<b>A Desa Pandanrejo</b>			<b>2</b>	<b>43</b>	<b>41</b>
	1	SD Pandanrejo 01	2004	1		
	2	SD Pandanrejo 02	2004	1		

Lanjutan Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Kecamatan Di Kota Batu

<b>B</b>	<b>Desa Punten</b>			<b>14</b>	<b>18</b>	<b>4</b>
	1	Kantor Kecamatan Bumiaji Unit I	2004	2		
	2	SDN Punten II	2004	1		
	3	Hotel Purnama	2007	5		
	4	Balai Desa Punten	2010	3		
	5	SDN Punten I	2012	2		
	6	SDN Punten I	2013	1		
<b>C</b>	<b>Desa Tulungrejo</b>			<b>14</b>	<b>46</b>	<b>32</b>
	1	SMP Negeri 04 Unit I	2004	2		
	2	SDN Tulungrejo 01	2006	4		
	3	SDN Tulungrejo 05	2006	1		
	4	SDN Tulungrejo 04	2010	3		
	5	SDN 05 Tulungrejo	2011	1		
	6	SDN Tulungrejo 01	2012	1		
	7	SDN Tulungrejo 01	2013	2		
<b>E</b>	<b>Bumiaji</b>			<b>3</b>	<b>23</b>	<b>20</b>
	1	SDN Bumiaji 01	2006	1		
	2	Balai desa Bumiaji	2010	2		
<b>F</b>	<b>Gunungsari</b>			<b>2</b>	<b>19</b>	<b>17</b>
	1	SDN Gunugsari 02	2007	2		
<b>G</b>	<b>Sumber Brantas</b>			<b>9</b>	<b>35</b>	<b>26</b>
	1	balai desa sumber brantas	2010	2		
	2	SDN Tulungrejo 03	2010	2		
	3	SMPN 5 Batu	2011	2		
	4	SDN Tulungrejo 03	2012	1		

Lanjutan Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Kecamatan Di Kota Batu

5	SDN Tulungrejo 03	2013	2		
<b>H Desa Giripurno</b>			<b>10</b>	<b>39</b>	<b>29</b>
1	SDN 01 Giripurno	2011	1		
2	SDN 02 Giripurno	2011	2		
3	SMPN 06 Batu	2011	2		
4	TK Setia Mekar	2011	1		
5	Balai Desa Griputno	2011	1		
6	PUSTU Giripurno	2012	2		
7	MTS 02 Nurul Huda	2012	1		
<b>F. Desa bulukerto</b>			<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
1	TK Bina Putra II	2013	1		
2	Pemukiman RT. 01 RW. 04 Dsn. Gintung Desa Bulukerto	2013	1		
<b>g. Desa Sumbergondo</b>			<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
1	Pemukiman RT. 02 RW. 03 Dsn. Tegalsari Desa Sumbergondo	2013	2		
2	gang masjid RT. 04 RW. 02 Dsn. Segundu Desa Sumbergondo	2013	1		
Kecamatan / Unit / Kelurahan / Desa		Th. Pelaksanaan	Jumlah	Kebutuhan Sumur	Kekurangan
<b>III Kecamatan Junrejo</b>					
<b>A Desa Beji</b>			<b>9</b>	<b>24</b>	<b>15</b>
1	SDN Beji 01	2006	1		
2	SDN Beji 02 & 03	2005	3		
3	SMP Negeri 03 Unit I	2004	4		

Lanjutan Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan  
Berdasarkan Kecamatan Di Kota Batu

4	SMKN 01 Batu	2005	1		
<b>B Desa Junrejo</b>			<b>16</b>	<b>23</b>	<b>7</b>
1	SMA Negeri 02	2004	4		
2	Kantor DPRD Kota Batu	2007	5		
3	Mapolres Kota Batu	2007	5		
4	Kantor Dprd Kota Batu	2007	2		
<b>C Desa Tlekung</b>			<b>23</b>	<b>32</b>	<b>9</b>
1	Kantor Desa Tlekung	2005	1		
2	SDN Tlekung 01	2005	1		
3	SDN Tlekung 02 Unit I	2005	2		
4	Pondok Nailul Fatah	2007	1		
5	Masjid At-Taqwa	2007	1		
6	Masjid Komant Tholibiin	2007	1		
7	Masjid Baitul Muslim	2007	1		
8	SDN Tlekung 01	2007	2		
9	Masjid Daanl Aqsho	2007	1		
10	TPQ Al Ikhlas	2007	1		
11	Balai Pertanian Desa Tlekung	2007	1		
12	Masjid Al Ikhlas	2007	1		
13	Balit Jestro	2008	4		
14	SDN 01 Tlekung ( Lokasi Baru )	2011	2		
15	SDN Tlekung 01	2012	1		
16	SDN Tlekung 01	2013	2		
<b>D Desa Torongrejo</b>			<b>3</b>	<b>13</b>	<b>10</b>
1	Kantor Desa Torongrejo	2005	1		
2	SDN Torongrejo 01	2005	1		
3	SDN Torongrejo 03	2006	1		



Lanjutan Table 4.51 Perbandingan Sumur Resapan Yang Sudah Dibangun Dengan Sumur Resapan Yang Di Rencanakan Berdasarkan Kecamatan Di Kota Batu

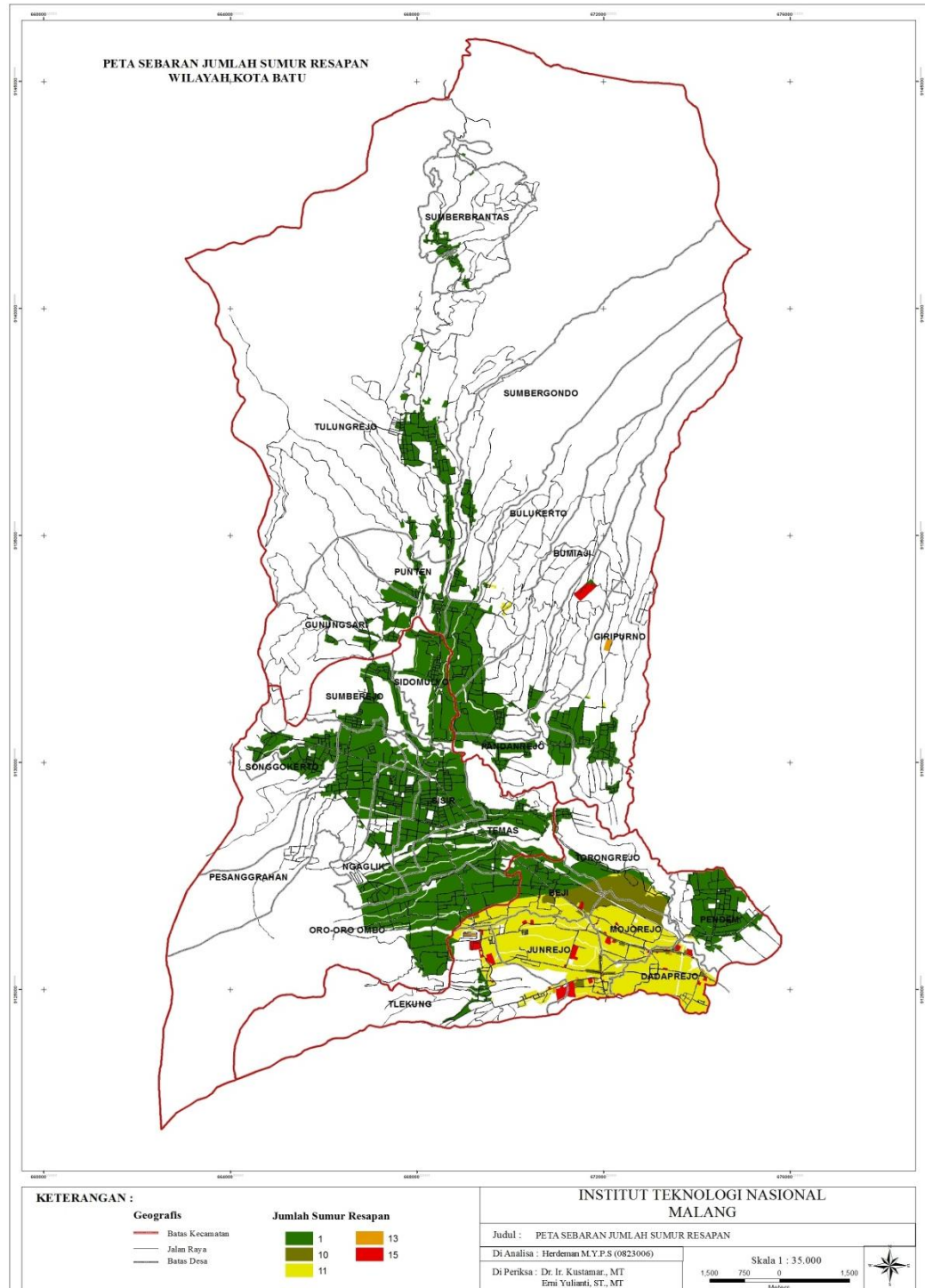
<b>E</b>	<b>Desa Mojorejo</b>			<b>5</b>	<b>21</b>	<b>16</b>
	1	SDN Mojorejo 01	2005	2		
	2	SDN Mojorejo 02	2005	2		
	3	SDN Mojorejo 01	2012	1		
<b>F</b>	<b>Desa Pendem</b>			<b>2</b>	<b>21</b>	<b>19</b>
	1	SDN Pendem 01	2005	1		
	2	SDN Pendem 02	2005	1		
<b>G</b>	<b>Desa Dadaprejo</b>			<b>3</b>	<b>32</b>	<b>29</b>
	1	SD Dadaprejo 01	2012	1		
	2	SD Dadaprejo 01	2013	2		
<b>H</b>	<b>Desa Songgo Kerto</b>		-	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>33</b>
<b>TOTAL</b>				❖ 248	654	421

Sumber : Hasil Analisa

❖ ) SLHD Kota Batu (2013)



**Gambar 4.10 Peta Sebaran Jumlah Sumur Resapan Wilayah Kota Batu Per 200m<sup>2</sup>**



## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C)**

Koefisien pengaliran (C) didapat dari analisa peta RTRW Kota Batu, dan peta kelerengan yang di overlay pada program ArcGIS 9.3. Proses analisa nilai koefisien pengaliran (C) pada program ArcGIS 9.3 diawali dengan melakukan proses pengelompokan atribut peta tataguna lahan, selain penggunaan lahan sebagai perumahan, perdagangan, jasa, industri dan fasilitas umum dihapus karena dalam studi ini hanya dibatasi pada wilayah pemukiman padat penduduk di Kota Batu. Nilai C untuk kelerengan dianalisa berdasarkan table 2.1 sedangkan nilai C untuk penggunaan lahan dianalisa berdasarkan tabel 2.2, dengan luasan area atau nilai (A) sesuai luasan hasil overlay peta tataguna lahan/RTRW dengan peta kelerengan.

Tabel 4.1 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) untuk Kelerengan di Wilayah Kota Batu.

kemiringan	nilai C	luas total (m <sup>2</sup> )
>40%	0.85	94841115
25% - 40%	0.75	42069865
15% - 25%	0.70	17781723
8% - 15%	0.65	22444549
0% - 8%	0.55	21949421

^Sumber : hasil analisa

Tabel 4.2 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) untuk Penggunaan Lahan di Wilayah Kota Batu.

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Kefisien pengaliran (C)	Luas total (m <sup>2</sup> )
Perumahan		
Pemukiman	0,40	20915811.794
Perumahan	0,55	6340144.221
Kawasan militer	0,50	459213.471
Industri	0,55	267351.660
Kawasan wisata	0,35	4148148.623
Perdagangan & jasa	0,60	1988079.763
Fasilitas umum	0,55	1412695.416

Sumber : hasil analisa

Contoh perhitungan nilai koefisien pengaliran (C) untuk penggunaan lahan fasilitas umum (0,55) dengan kemiringan lereng 0% - 8% (0,55) berdasarkan rumus rasional seperti berikut ;

$$C = \frac{\sum_{i=0}^n C_i A_i}{\sum_{i=0}^n A_i}$$

$$C = \frac{(0,55 \cdot 12730) + (0,55 \cdot 12730)}{(12730 + 12730)}$$

$$C = 0,55$$

Dengan :

- C = koefisien aliran permukaan penggunaan lahan,
- C<sub>i</sub> = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i,
- A<sub>i</sub> = luas lahan dengan jenis penutup tanah i (m<sup>2</sup>).
- n = jumlah jenis penutup tanah.

Keterangan :

Luasan (A) yang dipakai dalam menentukan nilai C untuk penggunaan lahan pada perhitungan, ditentukan berdasarkan hasil overlay peta penggunaan lahan/RTRW dengan peta kelerengan dengan satuan meterpersegi ( $m^2$ ) dan bukan luas total dari penggunaan lahan atau kelerengan di Wilayah Kota Batu seperti pada tabel 4.1 dan 4.2.

- Perhitungan analisa nilai koefisien pengaliran (C) dapat selanjutnya dilihat pada tabel berikut dan perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran :

Tabel 4.3 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) Pada Setiap Penggunaan Lahan

Desa	Kecamatan	Penggunaan Lahan	Keterangan	C Peng.Lhn	Kemiringan	C lereng	Koef. C	luas (m)
BUMIAJI	BUMIAJI	Fasilitas Umum	Fasilitas Umum	0.550	0% - 8%	0.550	0.550	12730
BUMIAJI	BUMIAJI	Fasilitas Umum	Fasilitas Umum	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	2778
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	Kawasan Pariwisata	0.350	8% - 15%	0.650	0.500	9442
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	21910
BUMIAJI	BUMIAJI	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	0% - 8%	0.550	0.575	86
BUMIAJI	BUMIAJI	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	25% - 40%	0.750	0.675	167
BUMIAJI	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	9670
BUMIAJI	BUMIAJI	Renc. Perumahan	Perumahan	0.550	0% - 8%	0.550	0.550	1
BUMIAJI	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	25% - 40%	0.750	0.575	9730
BUMIAJI	BUMIAJI	Renc. Perumahan	Perumahan	0.550	25% - 40%	0.750	0.650	42050
BUMIAJI	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	8% - 15%	0.650	0.525	11980
TORONGREJO	JUNREJO	Kawasan Pariwisata	Kawasan Pariwisata	0.350	> 40%	0.850	0.600	12650
TORONGREJO	JUNREJO	Green Wukur Land	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	3168
TORONGREJO	JUNREJO	Green Wukur Land	Kawasan Pariwisata	0.350	15% - 25%	0.700	0.525	40590
PENDEM	JUNREJO	Kawasan Militer	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	0.500	0% - 8%	0.550	0.525	30540
PENDEM	JUNREJO	Kawasan Militer	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	0.500	8% - 15%	0.650	0.575	33810
PENDEM	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	0% - 8%	0.550	0.575	1915
PENDEM	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	8% - 15%	0.650	0.625	2731
TULUNGREJO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	Industri dan Pergudangan	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	928
TULUNGREJO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	Industri dan Pergudangan	0.550	25% - 40%	0.750	0.650	4450
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	21910

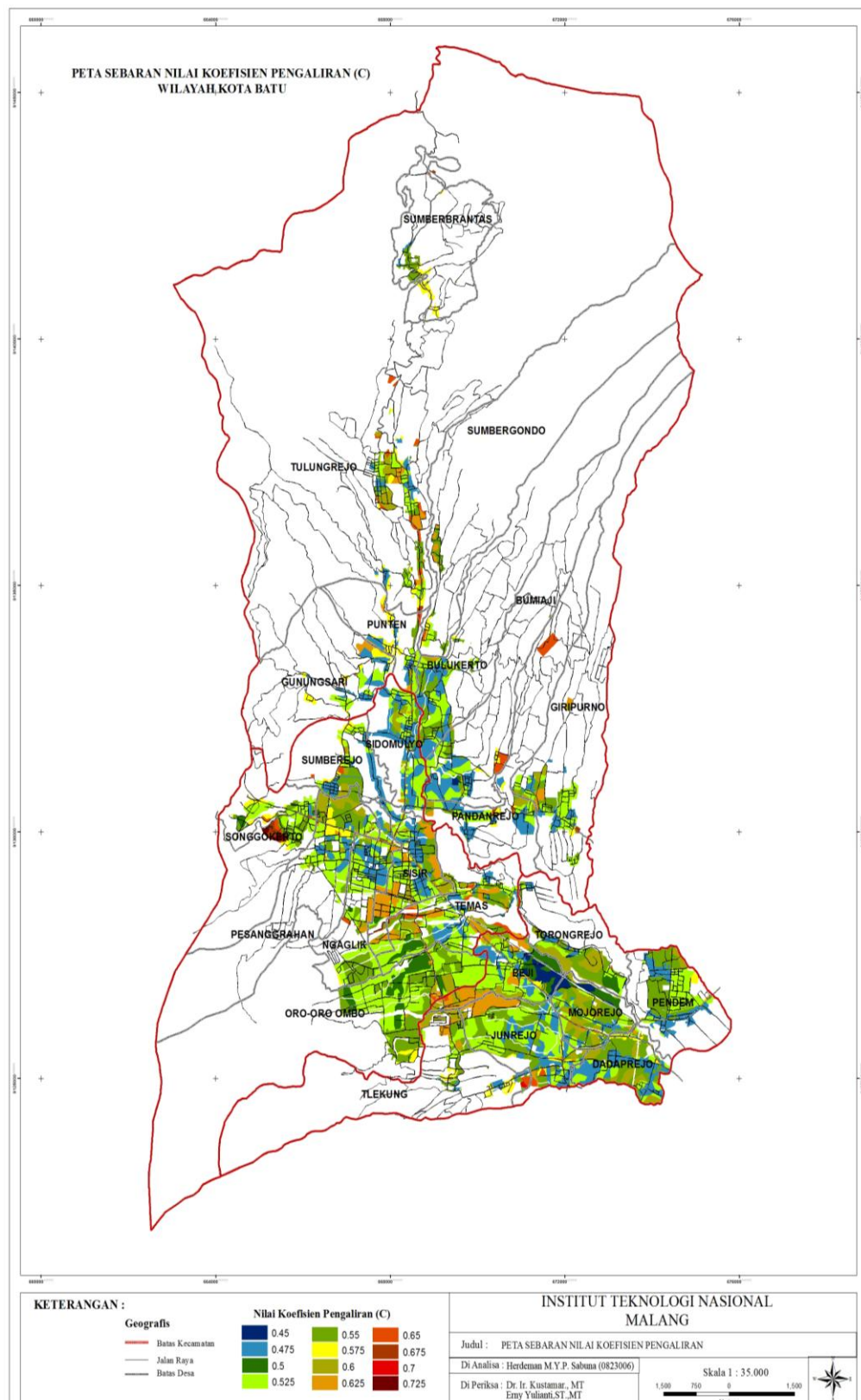
Lanjutan Tabel 4.3 Analisa Nilai Koefisien Pengaliran (C) Pada Setiap Penggunaan Lahan

Desa	Kecamatan	Penggunaan Lahan	Keterangan	C Peng.Lhn	Kemiringan	C lereng	Koef. C	luas (m)
BUMIAJI	BUMIAJI	Kawasan Pariwisata	Kawasan Pariwisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	21910
TULUNGREJO	BUMIAJI	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	25% - 40%	0.750	0.675	4031
BULUKERTO	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	53
BULUKERTO	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	15% - 25%	0.700	0.550	482
BEJI	JUNREJO	Fasilitas Umum	Fasilitas Umum	0.550	0% - 8%	0.550	0.550	1.1
BEJI	JUNREJO	Fasilitas Umum	Fasilitas Umum	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	397
BEJI	JUNREJO	Green Wukur Land	Kawasan Wisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	4050
BEJI	JUNREJO	Green Wukur Land	Kawasan Wisata	0.350	8% - 15%	0.650	0.500	92680
BEJI	JUNREJO	Kawasan Wisata	Kawasan Wisata	0.350	0% - 8%	0.550	0.450	3914
BEJI	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	0% - 8%	0.550	0.575	14700
BEJI	JUNREJO	Perdagangan dan Jasa	Perdagangan dan Jasa	0.600	8% - 15%	0.650	0.625	31
BEJI	JUNREJO	Permukiman	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	2013
BEJI	JUNREJO	Permukiman	Perumahan	0.400	8% - 15%	0.650	0.525	8454
PANDANREJO	BUMIAJI	Fasilitas Umum	Fasilitas Umum	0.550	25% - 40%	0.750	0.650	104500
GIRIPURNO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	Industri dan Pergudangan	0.550	15% - 25%	0.700	0.625	19710
GIRIPURNO	BUMIAJI	Industri dan Pergudangan	Industri dan Pergudangan	0.550	8% - 15%	0.650	0.600	12180
GIRIPURNO	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	0% - 8%	0.550	0.475	5829
GIRIPURNO	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	15% - 25%	0.700	0.550	22
GIRIPURNO	BUMIAJI	Permukiman	Perumahan	0.400	25% - 40%	0.750	0.575	2

Sumber : Hasil analisa



Gambar 4.1 Peta Sebaran Nilai Koefisien Pengaliran (C).



Sumber : Hasil Analisa

## 4.2 Analisa Intensitas Hujan

### 4.2.1 Cara Polygon Thiessen

Cara ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted average*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan (faktor pembobot) untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat .

Analisa luas pengaruh stasiun hujan dengan metode Polygon Thiessen, sebagai berikut:

➤ Luas total DAS (A)	= 199.185 Km <sup>2</sup>
➤ Luas pengaruh Stasiun Ngaglik	= 21.459 Km <sup>2</sup>
➤ Luas pengaruh Stasiun Ngujung	= 38.686 Km <sup>2</sup>
➤ Luas pengaruh Stasiun Pendem	= 10.569 Km <sup>2</sup>
➤ Luas pengaruh Stasiun Temas	= 8.695 Km <sup>2</sup>
➤ Luas pengaruh Stasiun Tinjumoyo	= 95.038 Km <sup>2</sup>
➤ Luas pengaruh Stasiun Tlekung	= 24.739 Km <sup>2</sup>

### 4.2.2 Analisa Curah Hujan Rancangan

Analisa hujan rancangan dalam studi ini dihitung setiap masing-masing stasiun hujan yang berada di wilayah Kota Batu, sehingga mendapatkan nilai sebaran intensitas curah hujan pada masing-masing stasiun hujan. Nilai sebaran intensitas curah hujan yang didapat nantinya akan dimasukkan pada atribut peta pengaruh stasiun hujan yang dianalisa dalam program ArcGIS10 dengan metode Polygon Thiessen.

#### 4.2.2.1 Metode Gumbel

Menurut C.D. Sumarto (1968), yang dikutip dari Gumbel (1941) persoalan tertua yang berhubungan dengan harga-harga yang ekstrim adalah yang datang dari persoalan banjir. Tujuan dari statistik harga-harga ekstrim adalah untuk menganalisa hasil pengamatan harga-harga ekstrim tersebut untuk meramal harga-harga ekstrim berikutnya.

- Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode E. J. Gumbel Pada Stasiun Hujan Ngaglik.

Tabel 4.4 Data Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Ngaglik

No.	Tahun	Hujan Max
1	2002	75
2	2003	110
3	2004	70
4	2005	95
5	2006	90
6	2007	145
7	2008	74
8	2009	86
9	2010	103
10	2011	63

Sumber : Dinas Pengairan Kota Batu

Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode E. J. Gumbel Pada Stasiun Hujan Ngaglik

No	R	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3
1	63	-28.1	789.61	-22188.041
2	70	-21.1	445.21	-9393.931
3	74	-17.1	292.41	-5000.211
4	75	-16.1	259.21	-4173.281
5	86	-5.1	26.01	-132.651
6	90	-1.1	1.21	-1.331
7	95	3.9	15.21	59.319
8	103	11.9	141.61	1685.159
9	110	18.9	357.21	6751.269

Lanjutan Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode E. J. Gumbel Pada Stasiun Hujan Ngaglik

10	145	53.9	2905.21	156590.819
<b>Jumlah</b>	911	5.68434E-14	5232.9	124197.12
<b>Rata-rata</b>	<b>91.1</b>	0.00	523.29	12419.712

Sumber : hasil analisa

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \bar{x} &= \frac{\sum X_i}{n} \\
 &= \frac{911}{10} \\
 &= 91,1 \\
 \bullet \quad S &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{5232,9}{10-1}} = 24,113
 \end{aligned}$$

• **Analisa Hujan Rancangan.**

$n = 10$  , maka  $Y_n = 0.4952$  dan  $S_n = 0.9497$  ( dari tabel  $Y_n$  dan  $S_n$ )

a. Periode ulang 2 tahun.

$$\begin{aligned}
 Y_t &= -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\} ; & K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 &= -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{2-1}{2} \right) \right\} & &= \frac{0,37 - 0.4952}{0.9497} \\
 &= -\ln \left\{ -\ln (0,5) \right\} & &= -0,136 \\
 &= 0,37
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_{2 \text{ tahun}} &= \bar{x} + K \cdot S \\
 &= 91,1 + (-0,136) \cdot 24,113 = 87,832 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Periode ulang 5 tahun.

$$\begin{aligned}
 Y_t &= -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\} ; & K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 &= -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{5-1}{5} \right) \right\} & &= \frac{1,50 - 0.4952}{0.9497} = 1,058 \\
 &= -\ln \left\{ -\ln (0.8) \right\}
 \end{aligned}$$

$$= 1,50$$

$$\begin{aligned} X_{5 \text{ tahun}} &= \bar{x} + K \cdot S \\ &= 91,1 + 1,058 \cdot 24,113 \\ &= 116,613 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Periode ulang 10 tahun.

$$\begin{aligned} Y_t &= -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\} ; & K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\ &= -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{10 - 1}{10} \right) \right\} & &= \frac{2,25 - 0,4952}{0,9497} \\ &= -\ln \{ -\ln (0,9) \} & &= 1,848 \\ &= 2,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{10 \text{ tahun}} &= \bar{x} + K \cdot S \\ &= 91,1 + 1,848 \cdot 24,113 \\ &= 135,669 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang Tertentu  
Metode Gumbel Pada Stasiun Hujan Ngaglik

<b>Tr</b>	<b>Yt</b>	<b>Yn</b>	<b>Sn</b>	<b>K</b>	<b>Xt</b>
2	0.37	0.4952	0.9496	-0.136	87.83228
5	1.50	0.4952	0.9496	1.058	116.6131
10	2.25	0.4952	0.9496	1.848	135.6685

Sumber : hasil perhitungan

#### a) Uji Chi – Kuadrat Untuk Metode Gumbel

Pada probabilitas E . J . Gumbel

$$\begin{aligned} \text{Kelas distribusi } K &= 1 + 3,22 \cdot \log P \\ &= 1 + 3,22 \cdot \log 10 \\ &= 4,22 \approx 4 \end{aligned}$$

$$\frac{100}{4} = 25 \%$$

Interval dari 25 adalah : 25 ; 50 ; 75 .

$$Y_T = -\ln \left\{ -\ln \frac{(Tr - 1)}{Tr} \right\}$$

$$1. Tr = 75 \rightarrow \frac{100}{75} = 1.33$$

$$Y_T = -\ln \left\{ -\ln \frac{(Tr - 1)}{Tr} \right\}$$

$$= -\ln (-\ln 0.2481)$$

$$= -0,3266$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{-0.3266 - 0,4952}{0.9497}$$

$$= -0,865$$

$$X_T = \bar{x} + K \cdot S$$

$$= 98,858 + (-0,865) \cdot 33,064$$

$$= 70,2455$$

- Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.7 Uji Simpangan Vertikal - 1

No.	Pr	Tr	Yt	K	Xt
1	75	1.3	-0.3266	-0.865	70.2314
2	50	2.0	0.3665	-0.136	87.8323
3	25	4.0	1.2459	0.791	110.1623

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.8 Uji Simpangan Vertikal-2 ( Chi-Square )

No.	Batas Kelas	Jumlah Data		Fe-Ft	(Fe-Ft)^2/Ft
		Fe	Ft		
1	0 – 70,231	2	2.5	-0.5	0.10
2	70,231 – 87,832	3	2.5	0.5	0.10
3	87,832 - 110,162	4	2.5	1.5	0.90
4	110,162– ~	1	2.5	-1.5	0.90
Jumlah		10	10		2.00

Sumber : hasil analisa

Dimana :

$$F_t = 25\% \times n \\ = 0,25 \times 10 = 2,5$$

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^K \frac{(F_e - F_t)^2}{F_t} = 2,00$$

$$\text{Banyak data (n)} = 10$$

$$\text{Taraf signifikan (}\alpha\text{)} = 5\%$$

Keterangan :

Dari table Chi-Square di dapatkan  $X^2_{cr} = 3.841$  untuk  $dk = 1$  dan  $\alpha = 5\%$

$X^2_{hitung} = 2,00$ , Karena  $X^2_{hitung} < X^2_{cr}$  berarti data tidak sesuai, *distribusi E . J*

. *Gumbel*. **Diterima.**

#### b) Uji Smirnov Kolmogorov Untuk Metode Gumbel

*Pada Probabilitas E. J. GUMBEL*

Untuk analisa Pada Probabilitas E. J. GUMBEL ini data diurutkan dari kecil ke besar.

$$R_{rer} = 91.1 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$S_d = 24,113$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Dimana :

$$S_n(x) = n/(m+1) \\ = 1/(10+1) \\ = 0.091$$

$$K = (R - R_{rer})/S_d \\ = (63 - 91.1)/24,113 \\ = -1,165$$

$$Y_t = (K \cdot S_n) + Y_n \\ = (-1,165 \cdot 0.9496) + 0.4952 \\ = -0,611$$

$$T_r = 1 - (e^{-(e^{-(Y_t)})}) \\ = 1 - (\text{EXP}(\text{EXP}(-0,611))) \\ = 1,188$$

$$P_r = 1/T_r \\ = 1/1,188 \\ = 0,842$$

$$P_x = 1 - P_r \\ = 1 - 0,842 \\ = 0,158$$

$$D = P_x(x) - S_n(x)$$

$$= \text{ABS}(0,158 - 0,091) = 0,459$$

- Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.9 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Pada Probabilitas E. J.

#### GUMBEL

No.	X	Sn(x)	K	Yt	Tr (tahun)	Pr	Px	D
1	63.00	0.091	-1.165	-0.611	1.188	0.842	0.158	0.067
2	70.00	0.182	-0.875	-0.336	1.328	0.753	0.247	0.065
3	74.00	0.273	-0.709	-0.178	1.434	0.697	0.303	0.030
4	75.00	0.364	-0.668	-0.139	1.464	0.683	0.317	0.047
5	86.00	0.455	-0.212	0.294	1.904	0.525	0.475	0.020
6	90.00	0.545	-0.046	0.452	2.124	0.471	0.529	0.016
7	95.00	0.636	0.162	0.649	2.457	0.407	0.593	0.043
8	103.00	0.727	0.494	0.964	3.153	0.317	0.683	0.044
9	110.00	0.818	0.784	1.240	3.978	0.251	0.749	0.070
10	145.00	0.909	2.235	2.618	14.212	0.070	0.930	0.021
D max								0.070

Sumber : hasil perhitungan

Banyaknya data (n) = 10

Taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 5 %

$\Delta$  Max = 0,070 % pada data peringkat m = 10

Dengan (n) = 10 dan ( $\alpha$ ) = 0.05 maka harga  $\Delta$  Cr = 0,409 (dari tabel),

Karena  $\Delta$  Max = 0,070 <  $\Delta$  Cr = 0,409 maka dapat di simpulkan bahwa

pengujian Smirnov Kolmogorof pada *hipotesa E. J. Gumbel diterima*.

#### 4.2.2.2 Metode Log Person Type III

- Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Person Type III Pada Stasiun Hujan Ngaglik.



Table 4.10 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Person Type III

Pada Stasiun Hujan Ngaglik

No	R	Log X	Log Xi-Log X Rerata	(Log Xi-Log X Rerata)^2	(Log Xi-Log X Rerata)^3
1	63	1.799	-0.1477	0.021826769	-0.003224662
2	70	1.845	-0.10198	0.010400199	-0.001060626
3	74	1.869	-0.07784	0.006060262	-0.000471777
4	75	1.875	-0.07202	0.005186613	-0.00037353
5	86	1.934	-0.01258	0.00015828	-1.99132E-06
6	90	1.954	0.00716	5.13101E-05	3.67539E-07
7	95	1.978	0.03064	0.000939067	2.8777E-05
8	103	2.013	0.06576	0.004324091	0.000284343
9	110	2.041	0.09431	0.008894995	0.000838916
10	145	2.161	0.21429	0.045919603	0.009840047
<b>Jumlah (Σ)</b>	<b>911</b>	<b>19.471</b>		<b>0.103761189</b>	<b>0.005859863</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>91.1</b>	<b>1.947</b>			
<b>SD</b>		<b>0.107</b>			
<b>Cs</b>		<b>0.657</b>			

Sumber : Hasil perhitungan

$$\bullet \text{ Log } \bar{x} = \frac{\sum \log X_i}{n} = \frac{19,471}{10} = 1,947$$

$$\bullet S = \sqrt{\frac{(\log X_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1376}{10-1}} = 0,107$$

$$\blacktriangleright C_s = \frac{n \cdot \sum (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} = \frac{10 \cdot (0,00586)}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (0,107)^3} = 0,657$$

• **Analisa Hujan Rancangan.**

a) Periode ulang 2 tahun.

$$C_s = 0,657; \quad G_{2 \text{ tahun}} = -0,099$$

$$\text{Log } X_{2 \text{ tahun}} = \log \bar{x} + K \cdot S$$

$$= 1,947 + (-0.108) \cdot 0,107 = 1,935$$

$$X_{2 \text{ tahun}} = 86,185 \text{ mm}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel :

Tabel 4.11 Perhitungan Analisa Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III  
Pada Stasiun Hujan Ngaglik

Periode Ulang (Tahun)	Log X rata-rata	K	s log X	Log Xt	Xt (mm)
2	1.947	-0.108	0.1074	1.935	86.185
5	1.947	0.794	0.1074	2.032	107.736
10	1.947	1.330	0.1074	2.0899	123.004

Sumber : Hasil perhitungan

#### a) Uji Chi – Kuadrat

Pada probabilitas Log Pearson Type III

$$\begin{aligned} \text{Kelas distribusi } K &= 1 + 3,22 \cdot \log P \\ &= 1 + 3,22 \cdot \log 10 \\ &= 4,22 \approx 4 \end{aligned}$$

$$\frac{100}{4} = 25 \%$$

Interval dari 25 adalah : 25. ; 50 ; 75 .

Dimana diketahui Cs = 0,657

1. 75 → K = -0.108

$$\begin{aligned} \log X &= \log \bar{x} + K \cdot S \\ &= 1,947 + -0.108 \cdot 0.1074 = 1,868 \\ X &= 73,872 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel :

Tabel 4.12 Uji Simpangan Vertikal-1 metode Log Pearson Type III

No.	Pr	Log Xrt	Cs	G	S	Log X	X (mm)
1	75	1.9471	0.6575	-0.732	0.1074	1.868	73.872
2	50	1.9471	0.6575	-0.108	0.1074	1.935	86.185
3	25	1.9471	0.6575	0.644	0.1074	2.016	103.802

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.13 Uji Simpangan Vertikal-2 ( Chi-Square ) Metode Log Pearson Type III

No.	Batas Kelas	Jumlah Data		Fe-Ft	(Fe-Ft)^2/Ft
		Fe	Ft		
1	0 – 73.872	2	2.5	-0.5	0.10
2	73.873 - 86.185	3	2.5	0.5	0.10
3	86.186 - 103.802	3	2.5	0.5	0.10
4	103.803 – ~	2	2.5	-0.5	0.10
Jumlah		10	10		0.40

Sumber : hasil perhitungan

Dimana :

$$F_t = 25\% \times n$$

$$= 0,25 \times 10 = 2,5$$

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^K \frac{(F_e - F_t)^2}{F_t} = 0.40$$

Keterangan :

Dari table Chi-Square di dapatkan  $X^2_{cr} = 3.841$  untuk  $dk = 1$  dan  $\alpha = 5\%$

$X^2_{hitung} = 0.40$ , Karena  $X^2_{hitung} < X^2_{cr}$  berarti data sesuai, *distribusi Log*

*Pearson Type III. Diterima*

#### b) Uji Smirnov Kolmogorov Pada probabilitas Log Pearson Type III.

Untuk analisa Pada Probabilitas Log Person Type III ini data

diurutkan dari besar ke kecil.

*Contoh perhitungan nilai  $P_{empiris}$  pada log pearson type III*

$$P_e = \frac{m}{n+1} \times 100\% = \frac{1}{10+1} \times 100\% = 0,0909$$

- Contoh perhitungan nilai  $P_{teoritis}$  pada log pearson type III

*Untuk mencari  $P_{teoritis}$  pada grafik maka :*

pada

$$\log x = 1,7448$$

$$G = ( \text{Log} x - X_{rt} ) / S$$

$$= (1.799 - 1,947) / 0,107$$

$$= -1,376$$

$$Pr = 92.121\% ; G = -1.376$$

$$Pt (X) = (100 - 92.121)/100$$

$$= 0.079$$

➤ Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Pada Probabilitas Log  
Person Type III

No.	Pe (X)	X	Log X	G	Pr ( % )	Pt ( X )	Pe ( X )-Pt ( X )
1	0.0909	63	1.7993	-1.376	92.121	0.079	0.012115
2	0.1818	70	1.8451	-0.950	83.732	0.163	0.019134
3	0.2727	74	1.8692	-0.725	74.720	0.253	0.019925
4	0.3636	75	1.8751	-0.671	72.543	0.275	0.089066
5	0.4545	86	1.9345	-0.117	50.348	0.497	-0.041970
6	0.5455	90	1.9542	0.067	44.178	0.558	-0.012766
7	0.6364	95	1.9777	0.285	36.910	0.631	0.005468
8	0.7273	103	2.0128	0.612	26.043	0.740	-0.012300
9	0.8182	110	2.0414	0.878	18.431	0.816	0.002490
10	0.9091	145	2.1614	1.996	3.604	0.964	-0.054871
Jumlah			19.4708	Δmaks			0.026292
Log X rerata ( Xrt )			1.9471				
Simpangan Baku ( Si )			0.107				
Koef. Kepencengan ( Cs )			0.6575				

Sumber : hasil perhitungan

$$\text{Banyak data ( n )} = 10$$

$$\text{Taraf signifikan ( } \alpha \text{ )} = 5\%$$

$$\Delta \text{ Max} = 0.026292\%$$

Dengan (n) = 10 dan (α) = 0.05 maka harga Δ Cr = 0,409 (hasil dari tabel) Karena Δ Max = 0.026292 < Δ Cr = 0,409 maka dapat disimpulkan bahwa pengujian Smirnov Kolmogorof pada *hipotesa Log Person Type III diterima*.

➤ Kesimpulan :

### Hasil Analisa Hujan Rancangan Pada Stasiun Ngaglik

Tabel 4.15 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Ngaglik

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Log Person Type III	Metode E.J. Gumbel
1	2	86.18	87.83
2	5	107.74	116.61
3	10	123.00	135.67

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Ngaglik

	Metode Log Person TypeIII	Metode E.J.Gumbel
D Maks	0.026	0.070
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.409	0.409
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Ngaglik

	Metode Log Person TypeIII	Metode E.J.Gumbel
Chi Square Hitung	0.40	2.00
Taraf Signifikan	5%	5%
Chi Square Kritis	3.841	3.841
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

### Hasil Analisa Hujan Rancangan Pada Stasiun Ngujung

Tabel 4.18 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Ngujung

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Log Person Type III	Metode E.J. Gumbel
1	2	79.21	78.65
2	5	94.27	98.47
3	10	103.39	111.60

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Ngujung

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
D Maks	-0.12	0.09
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.409	0.409
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Ngujung

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
Chi Square Hitung	4.40	2.00
Taraf Signifikan	5%	5%
Chi Square Kritis	3.841	3.841
Hipotesa	<b>Ditolak</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

### Hasil Analisa Hujan Rancangan Pada Stasiun Pendem

Tabel 4.21 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Pendem

No	Kala Ulang (Tahun)	<b>Hujan Rancangan (mm)</b>	
		<b>Metode Log Person Type III</b>	<b>Metode E.J. Gumbel</b>
1	2	87.03	83.70
2	5	101.84	104.84
3	10	108.77	118.83

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.22 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Pendem

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
D Maks	0.11	0.09
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.409	0.409
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.23 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Pendem

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
Chi Square Hitung	0.40	1.20
Taraf Signifikan	5%	5%
Chi Square Kritis	3.841	3.841

Lanjutan Tabel 4.23 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Pendem

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode EJ.Gumbel</b>
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

### Hasil Analisa Hujan Rancangan Pada Stasiun Temas

Tabel 4.24 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Temas

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Log Person Type III	Metode EJ. Gumbel
1	2	68.00	76.26
2	5	91.42	120.68
3	10	116.41	150.10

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.25 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Temas

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode EJ.Gumbel</b>
D Maks	-0.08	0.25
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.41	0.41
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.26 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Temas

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode EJ.Gumbel</b>
Chi Square Hitung	1.20	11.60
Taraf Signifikan	5%	5%
Chi Square Kritis	3.841	3.841
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Ditolak</b>

Sumber : hasil perhitungan

### Hasil Analisa Hujan Rancangan Pada Stasiun Tinjomoyo

Tabel 4.27 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Tinjomoyo

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Log Person Type III	Metode EJ. Gumbel
1	2	80.08	81.52
2	5	94.98	101.64
3	10	105.70	114.96

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.28 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Tinjomoyo

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
D Maks	-0.04	0.18
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.41	0.41
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.29 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Tinjomoyo

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
Chi Square Hitung	3.60	4.40
Taraf Signifikan	5%	5%
Chi Square Kritis	3.841	3.841
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Ditolak</b>

Sumber : hasil perhitungan

### Hasil Analisa Hujan Rancangan Pada Stasiun Tlekung

Tabel 4.30 Curah Hujan Rancangan Kala Ulang Tertentu Pada Stasiun Tlekung

No	Kala Ulang (Tahun)	<b>Hujan Rancangan (mm)</b>	
		<b>Metode Log Person Type III</b>	<b>Metode E.J. Gumbel</b>
1	2	77.76	77.64
2	5	88.85	92.29
3	10	95.80	101.99

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.31 Hasil Pengujian Smirnov Kolmogorof Pada Stasiun Tlekung

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
D Maks	-0.02	0.07
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.41	0.41
Hipotesa	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.32 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Tlekung

	<b>Metode Log Person TypeIII</b>	<b>Metode E.J.Gumbel</b>
Chi Square Hitung	1.20	1.20
Taraf Signifikan	5%	5%



Lanjutan Tabel 4.32 Hasil Pengujian Chi Kudrat Pada Stasiun Tlekung

	Metode Log Person TypeIII	Metode E.J.Gumbel
Chi Square Kritis	3.841	3.841
Hipotesa	Diterima	Diterima

Sumber : hasil perhitungan

#### 4.2.2.3 Intensitas Hujan

Rumus intensitas hujan yang digunakan dalam kajian yang dilakukan adalah rumus Mononobe, yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left( \frac{24}{t} \right)^n$$

Dengan :

$I$  = Intensitas hujan ( mm/jam)

$t$  = Waktu konsentrasi hujan (jam) → (Untuk Indonesia 5-7 jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 1hari (mm/jam) → dimasukkan faktor kala ulang

$n$  = Tetapan (untuk Indonesia diperkirakan :  $n \sim 2/3$ )

- Contoh perhitungan pada stasiun Ngaglik :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{86.18}{24} * \left( \frac{24}{5} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{86.18}{24} * 2,85 \\
 &= 10.22 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang  
Pada Stasiun Ngaglik

No	Tahun	t	R24	R24/24	(24/t)^(2/3)	I(mm/jam)
1	2	5	86.18	3.59	2.85	10.22
2	5	5	107.74	4.49	2.85	12.77
3	10	5	123.00	5.13	2.85	14.58

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang  
Pada Stasiun Ngujung

No	Tahun	t	R24	R24/24	$(24/t)^{(2/3)}$	I(mm/jam)
1	2	5	78.65	3.28	2.85	9.32
2	5	5	98.47	4.10	2.85	11.68
3	10	5	111.60	4.65	2.85	13.23

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang  
Pada Stasiun Pendem

No	Tahun	t	R24	R24/24	$(24/t)^{(2/3)}$	I(mm/jam)
1	2	5	83.70	3.49	2.85	9.92
2	5	5	104.84	4.37	2.85	12.43
3	10	5	118.83	4.95	2.85	14.09

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang  
Pada Stasiun Temas

No	Tahun	t	R24	R24/24	$(24/t)^{(2/3)}$	I(mm/jam)
1	2	5	68.00	2.83	2.85	8.06
2	5	5	91.42	3.81	2.85	10.84
3	10	5	116.41	4.85	2.85	13.80

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang  
Pada Stasiun Tinjomoyo

No	Tahun	t	R24	R24/24	$(24/t)^{(2/3)}$	I(mm/jam)
1	2	5	80.08	3.34	2.85	9.49
2	5	5	94.98	3.96	2.85	11.26
3	10	5	105.70	4.40	2.85	12.53

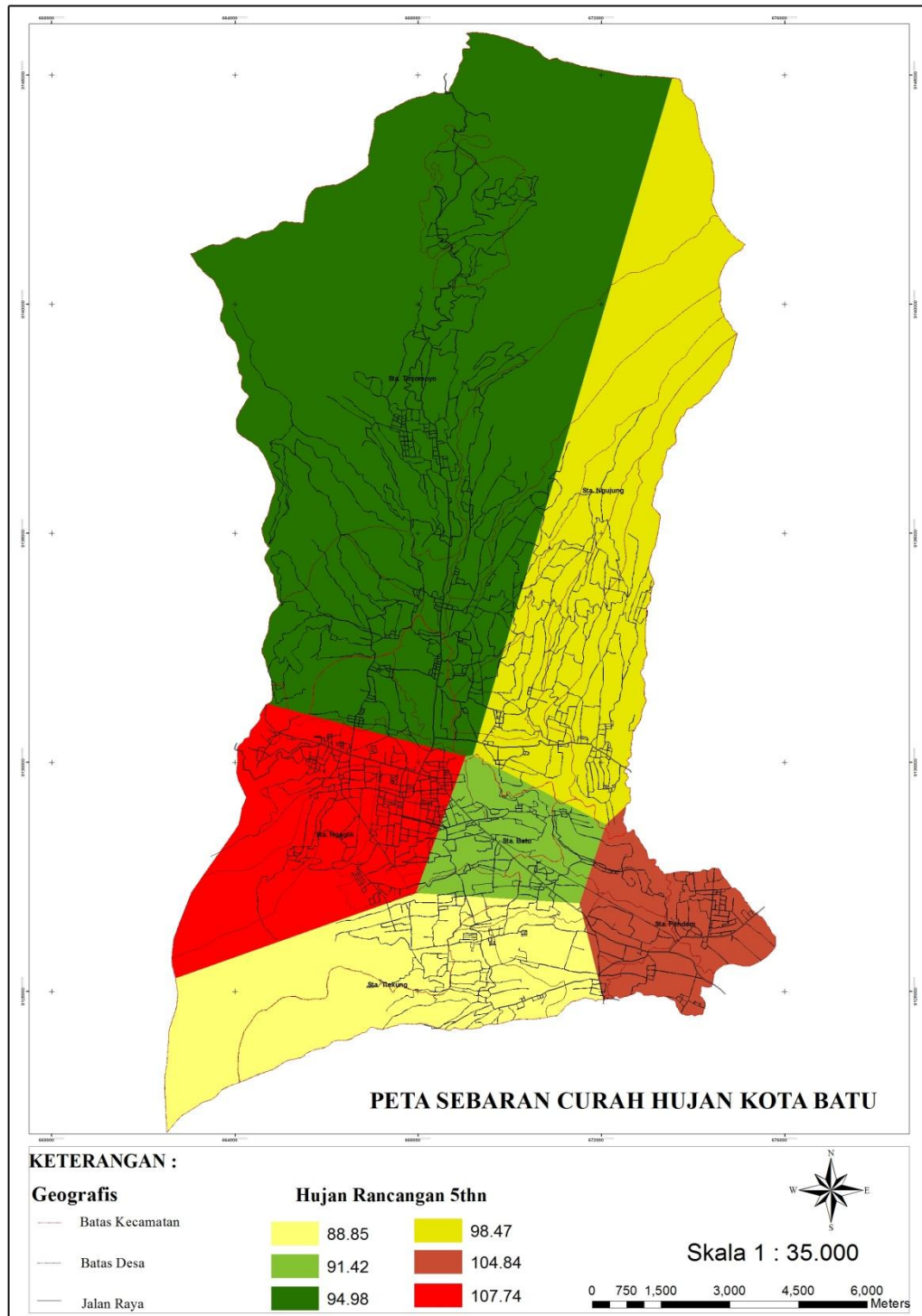
Sumber : hasil perhitungan

Lanjutan tabel 4.38 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang  
Pada Stasiun Tlekung

No	Tahun	t	R24	R24/24	$(24/t)^{(2/3)}$	I(mm/jam)
1	2	5	77.76	3.24	2.85	9.22
2	5	5	88.85	3.70	2.85	10.53
3	10	5	95.80	3.99	2.85	11.36

Sumber : hasil perhitungan

Gambar 4.2 Peta Sebaran Curah Hujan di Wilayah Kota Batu



Sumber : Hasil Analisa

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari studi ini didapat jumlah dan kepadatan sumur resapan per m<sup>2</sup>;

Tabel 5.1 SK SNI Jumlah Sumur Resapan Dengan Efisiensi Penyerapan 100%  
Yang Telah Disesuaikan dengan Intensitas Hujan Rata-rata Wilayah Kota Batu

Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	1	1	*
40	2	1	*
50	2	1	1
60	2	1	1
70	3	2	1
80	3	2	1
90	3	2	2
100	4	2	2
200	9	4	3
300	13	8	6
400	17	10	7
500	21	12	8

Sumber : Hasil analisa SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum.

Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- I : 97,72 mm/jam (Rata-rata intensitas hujan di Wilayah Kota Batu)
- D : 5 jam
- Ø0,8 : diameter sumur resapan = 80 cm

Tabel 5.2 Jumlah Sumur Resapan Berdasarkan Hasil Analisa Volume Genangan (Run Off) Untuk Kawasan Perumahan di Kota Batu

Luas bidang tadah (m <sup>2</sup> )	Banyaknya sumur (buah)		
	Permeabilitas Sedang (0.020-0.063 m/jam)	Permeabilitas Agak Cepat (0.063-0.127 m/jam)	Permeabilitas Cepat (>0.127 m/jam)
	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)	untuk type II (Ø 0,8m)
20	1	*	*
30	2	*	*
40	2	*	*
50	3	*	*
60	3	*	*
70	4	*	*
80	4	*	*
90	5	*	*
100	6	*	*
200	11	1	1
300	17	1	1
400	22	1	2
500	28	2	2

Sumber : Hasil analisa.

Keterangan :

- \* : Tidak dianjurkan
- Tipe II : dalam : maksimal 3 meter
- Q<sub>ro</sub> : volume genangan (Run Off) → m/jam
- Q<sub>sr</sub> : volume sumur resapan/kapasitas sumur resapan (m/jam)
- D : 5 jam
- Ø0,8 : diameter sumur resapan = 80 cm

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.1 dan 5.2 dapat dilihat antara analisa jumlah sumur resapan berdasarkan SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum dengan

analisa jumlah sumur resapan berdasarkan volume genangan (Run Off), pada permeabilitas tanah sedang (0.020-0.063 m/jam) analisa berdasarkan SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum lebih sedikit dibandingkan analisa berdasarkan volume genangan (Run Off), sedangkan untuk permeabilitas tanah agak cepat (0.063-0.127 m/jam) dan permeabilitas tanah cepat ( $>0.127$  m/jam) analisa berdasarkan volume genangan (Run Off) jauh lebih sedikit dibandingkan dengan analisa berdasarkan SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum.

Dimensi sumur resapan akan dianalisa dengan rumus 2.18 dengan nilai faktor geometri (F) dari table 2.3, sedangkan untuk nilai Koefisien permeabilitas tanah (K) dianalisa dengan peta jenis tanah Kota Batu dengan nilai K didapat dari table 4.40 berikut ini :

Tabel 4.40 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (K) di Wilayah Kota Batu

<b>Tanah</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>K (m/jam)</b>
Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	Agak cepat	0, 095
Asosiasi Andosol Kelabu dan Regosol Kelabu	Cepat	0,042
Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu	Sedang	0,020
Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol	Agak cepat	0,095
Regosol Coklat	Sedang	0,042

Sumber : Departemen Kehutanan (1998)

➤ *Perhitungan dimensi sumur resapan dapat dilihat pada table 4.32,*

Direncanakan :

- Diameter : 0.8 m
- Jari-jari(R) : 0,4 m
- Tinggi (Hmax) : 3,0 m dengan 2,5 m pasangan batu bata tanpa bis dan
- L = 0,5 m tinggi tanah (dihitung dari dasar sumur)
- Dari table 2.6 diambil

$$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L+2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$$

$$= \frac{(2*3,14*0,5) + (2*3,14*0,8*\ln 2)}{\ln \left\{ \frac{0,5+2*0,8}{0,8} + \sqrt{\left(\frac{0,5}{0,8}\right)^2 + 1} \right\}}$$

$$= 4,956 \text{ m}$$

- Durasi dominan hujan (T) = 5 jam

Tabel 5.3 Optimasi Jumlah Sumur Resapan di Kota Batu

Sumber : Hasil analisa

❖ ) KLH Kota Batu (2013)

No	Penggunaan lahan	SR sebelum (unit)	SR rencana (unit)	Jumlah optimal SR (unit)
1	Kawasan Fasilitas umum	42	163	121
2	Kawasan Perumahan	59	119	60
3	Kawasan militer	2	12	10
4	Kawasan perdagangan	94	118	24
5	Kawasan industri	33	131	98
6	Kawasan wisata	18	111	93
	<b>Jumlah</b>	<b>❖ 248</b>	<b>654</b>	<b>406</b>

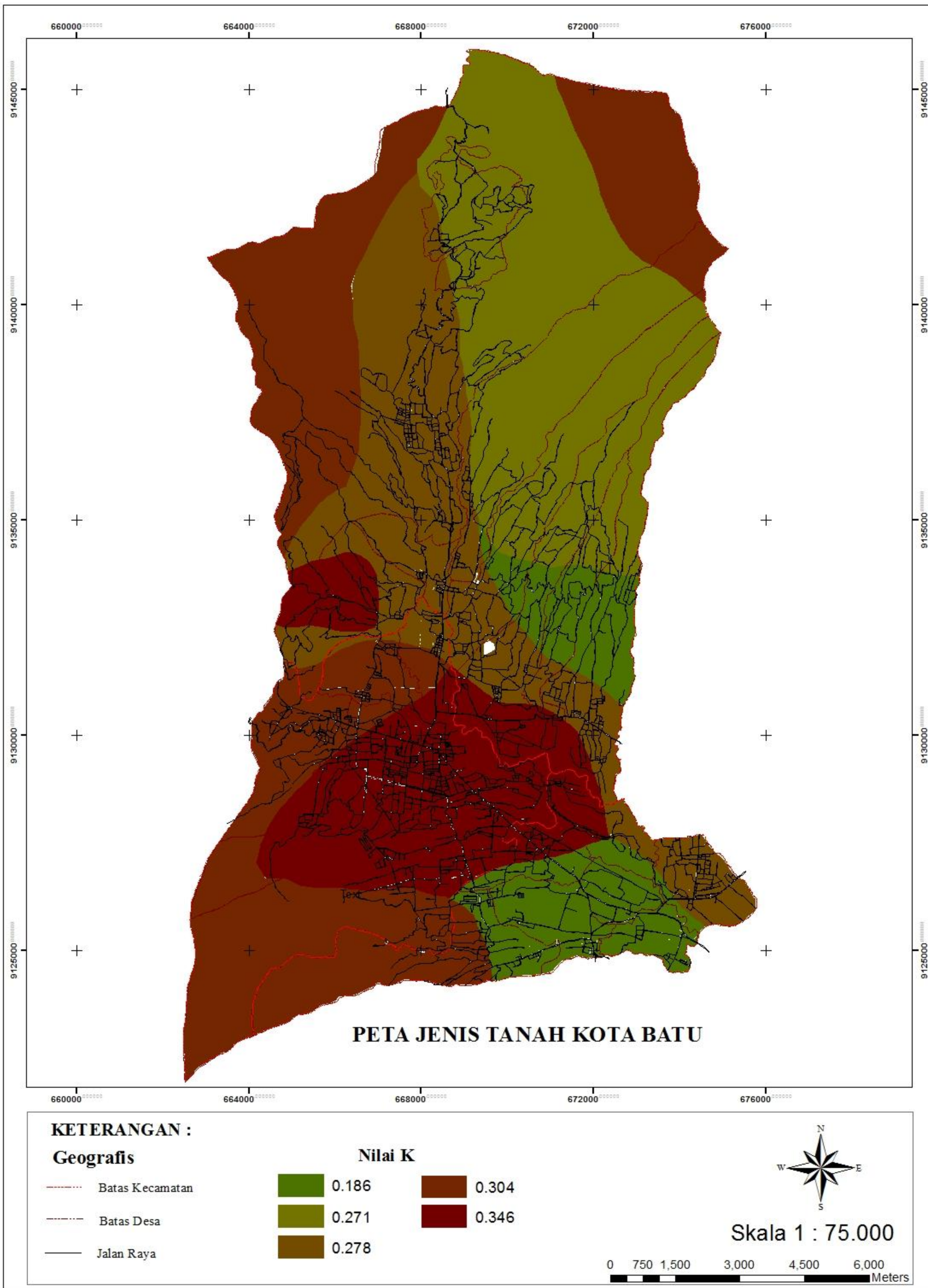
➤ *Perhitungan Optimasi sumur resapan berdasarkan kecamatan di kota batu dapat di lihat pada tabel 4.51*

Pada saat ini jumlah sumur resapan yang telah dibangun adalah 284 unit yang tersebar di berbagai wilayah kota batu. Dengan jumlah tersebut, maka dapat dihitung rata-rata pengurangan debit limpasan permukaan oleh sumur resapan yang telah dibangun adalah 0.0117 m<sup>3</sup>/detik untuk seluruh kawasan batu dari yang seharusnya 97.72 m<sup>3</sup>/detik. Jumlah sumur resapan ini masih 24.3% dari jumlah ideal dan 32.4% dari jumlah optimal yang harus dibangun. Pada tahun 2013 direncanakan akan dibangun sumur resapan sejumlah 404 unit sumur resapan,

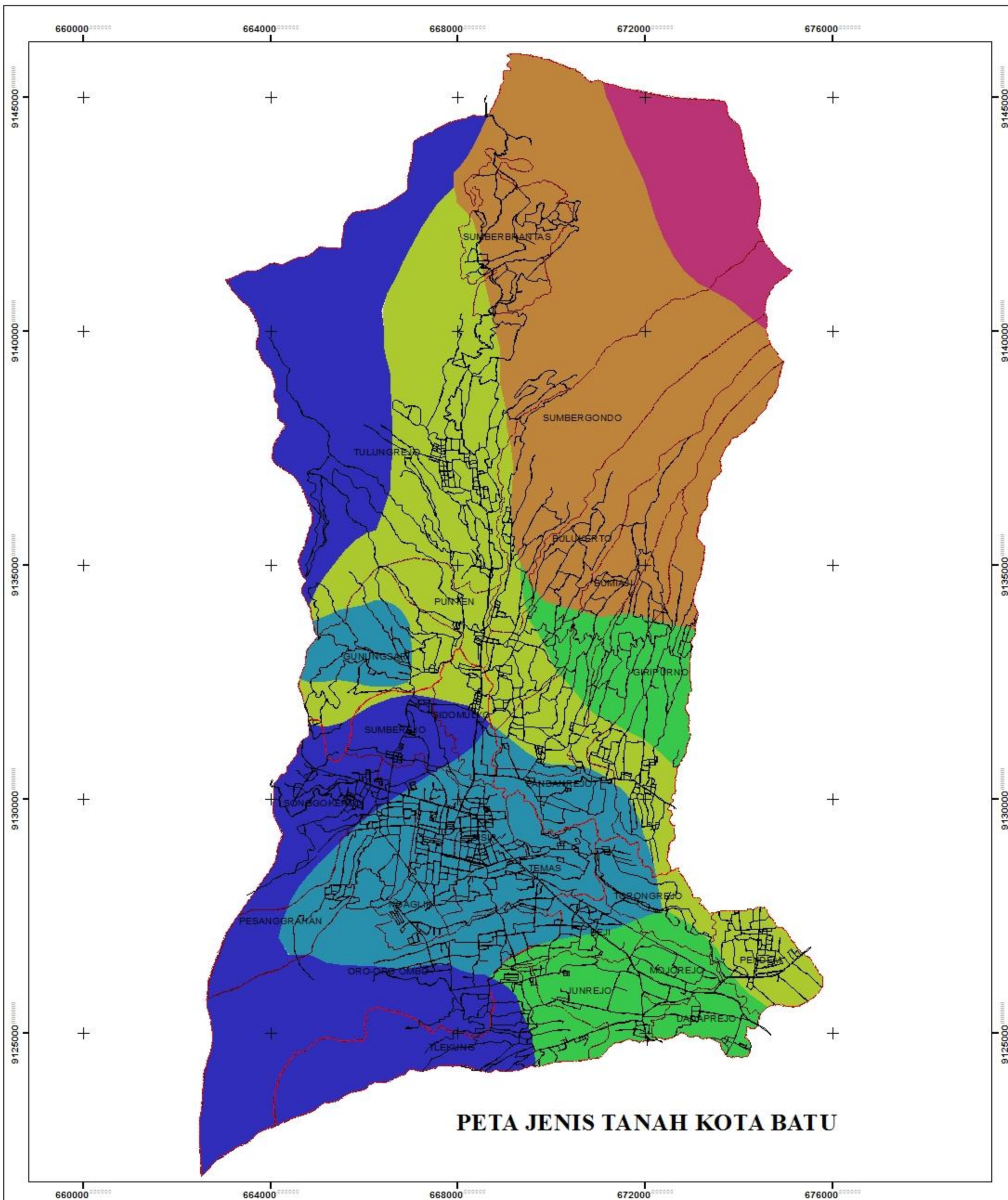
## **5.2 Saran**

- Sumur resapan adalah alternatif untuk menurunkan volume limpasan permukaan yang cocok diaplikasikan pada Wilayah Kota Batu karena pada Kota Batu memiliki air tanah dalam maka lapisan tanahnya cenderung berpasir sedangkan lempung dan liatnya sedikit sehingga mampu meresapkan air kedalam tanah secara cepat.
- Pada dimensi sumur resapan dapat dimodifikasi sesuai dengan kemampuan lahan yang ada pada keadaan lapangan, karena sumur resapan direncanakan dalam study ini tanpa melihat kapasitas saluran drainase di Wilayah Kota Batu.









## KETERANGAN :

### Geografis

- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Jalan Raya

### Jenis Tanah

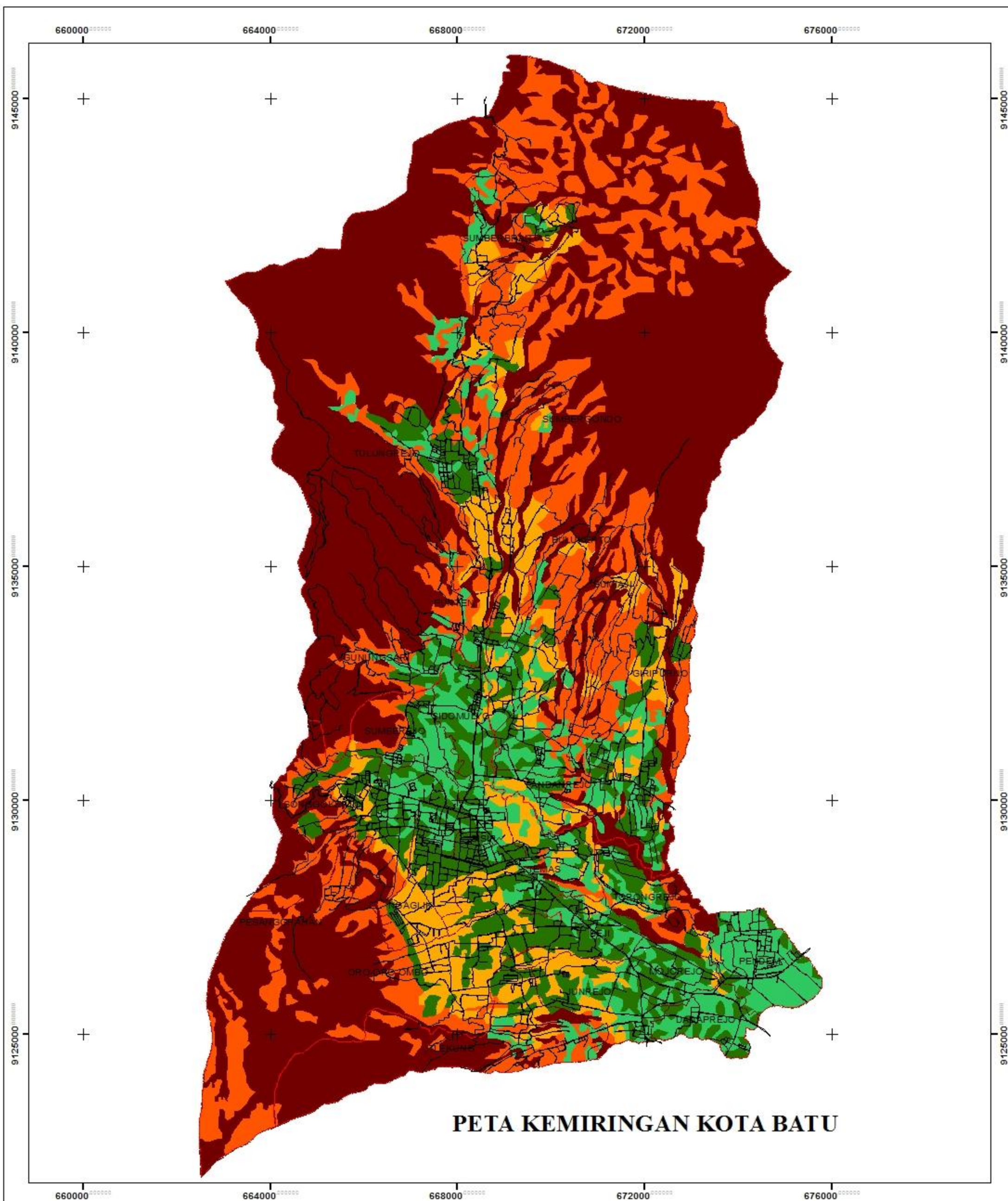
- Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus
- Asosiasi Andosol Kelabu dan Regosol Kelabu
- Asosiasi Latosol Coklat Dan Regosol Kelabu
- Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol
- Regosol Coklat
- Regosol Kelabu



Skala 1 : 75.000

0 750 1,500 3,000 4,500 6,000 Meters





**KETERANGAN :**

**Geografis**

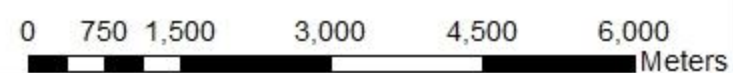
- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Jalan Raya

**Kemiringan**

<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 0% - 8%	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 25% - 40%
<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 8% - 15%	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #800000; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> > 40%
<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ffa500; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 15% - 25%	

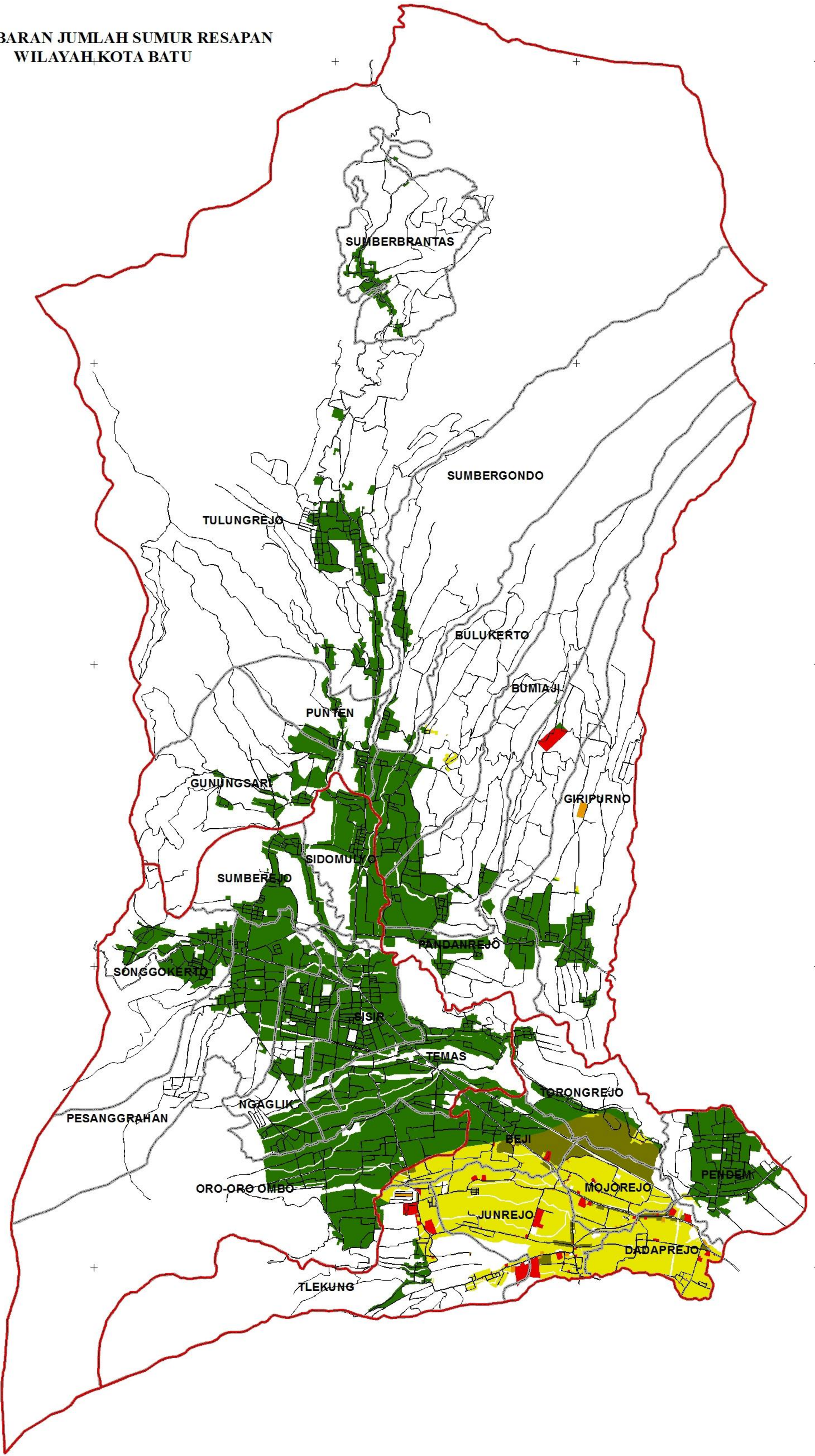


**Skala 1 : 75.000**





PETA SEBARAN JUMLAH SUMUR RESAPAN  
WILAYAH KOTA BATU



KETERANGAN :

Geografis

- Batas Kecamatan
- Jalan Raya
- Batas Desa

Jumlah Sumur Resapan/ 200 m<sup>2</sup>

- |    |    |
|----|----|
| 1  | 13 |
| 10 | 15 |
| 11 |    |

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

Judul : PETA SEBARAN JUMLAH SUMUR RESAPAN

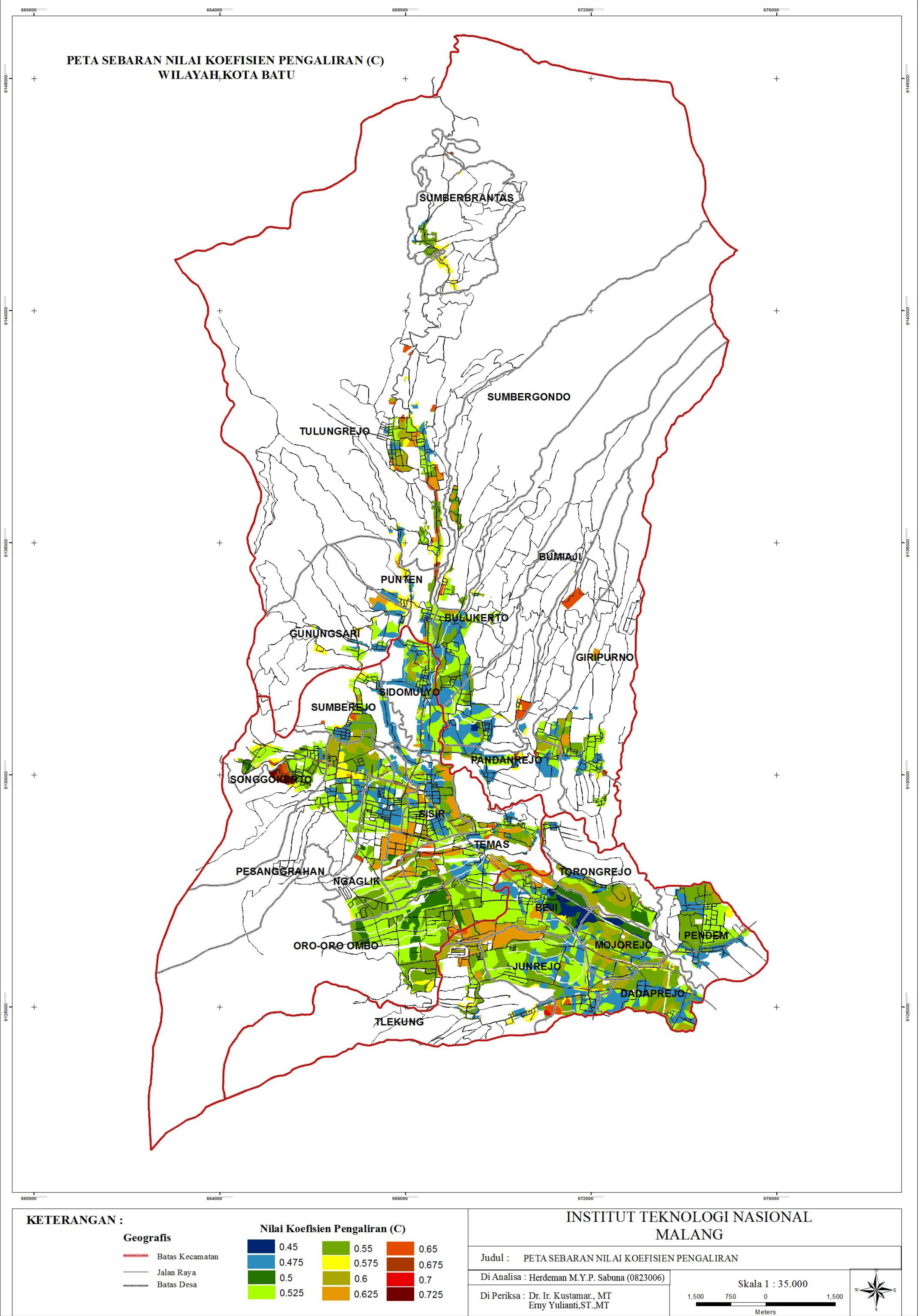
Di Analisa : Herdeman M.Y.P.S (0823006)

Di Periksa : Dr. Ir. Kustamar., MT  
Erni Yulianti, ST., MT

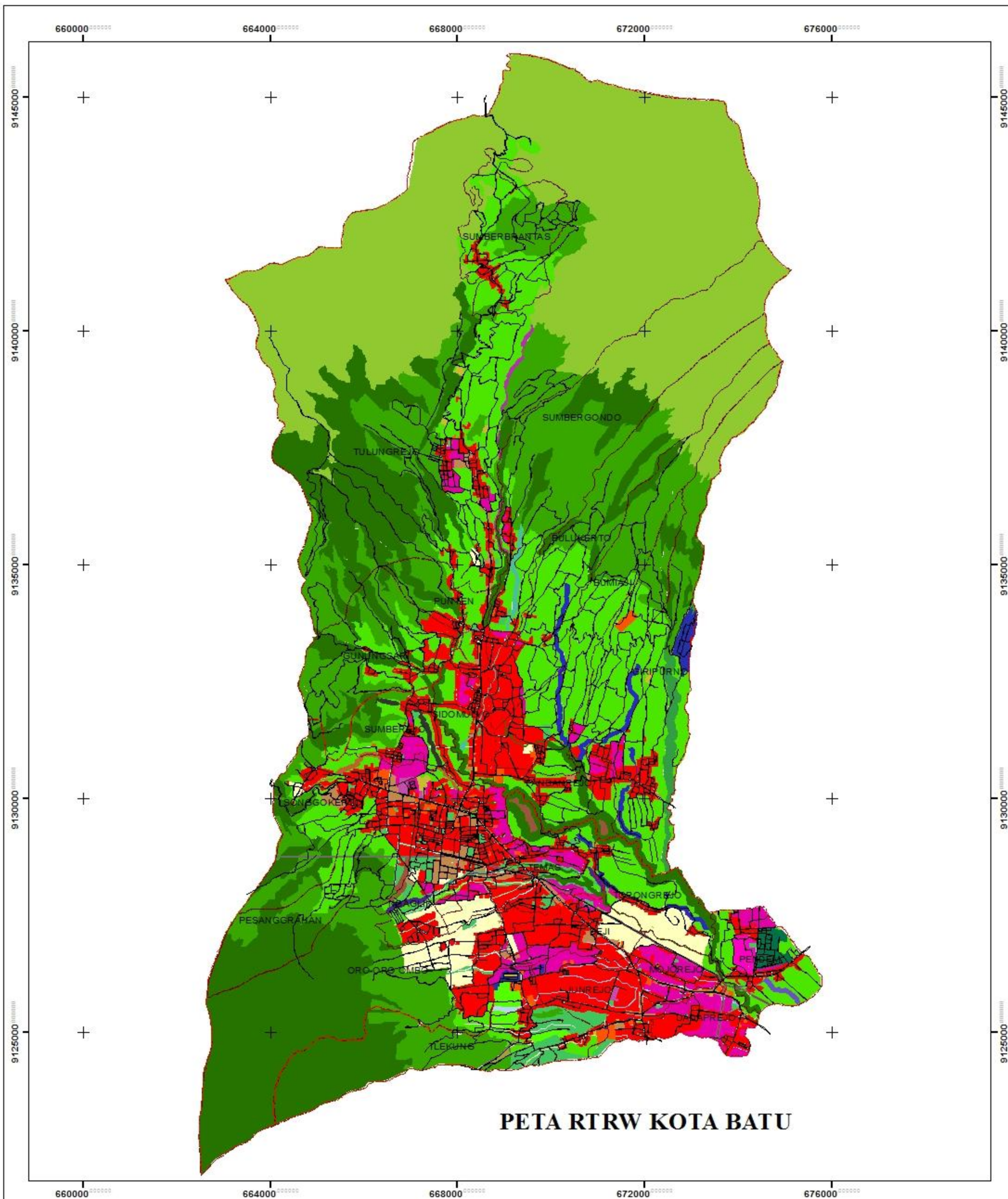
Skala 1 : 35.000  
1,500 750 0 1,500  
Meters











### KETERANGAN :

#### Geografis

- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Jalan Raya

#### Penggunaan Lahan

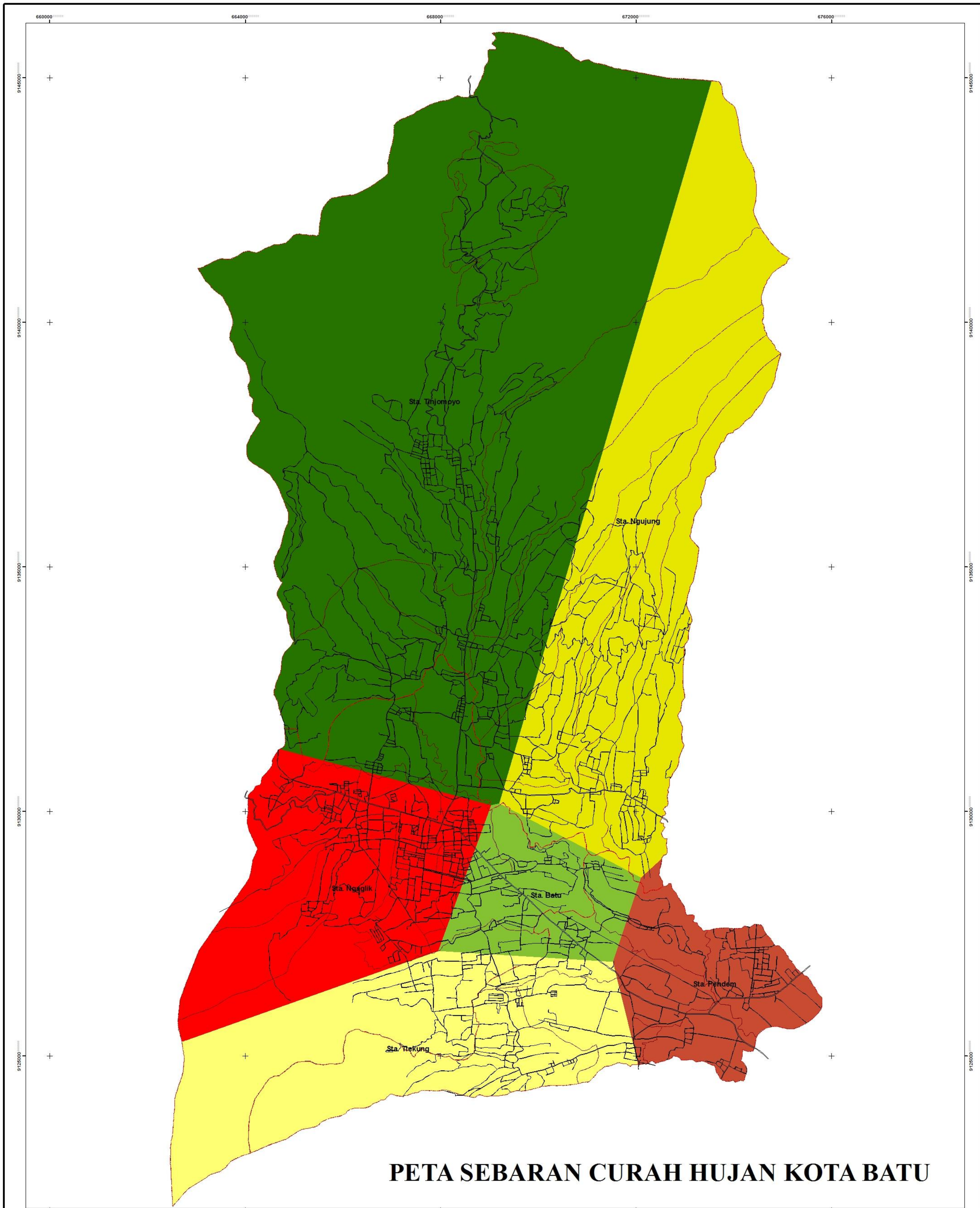
- |  |   |
|--|---|
| <span style="color: orange;">■</span> FASILITAS UMUM           | <span style="color: darkgreen;">■</span> KAWASAN MILITER  |
| <span style="color: darkgreen;">■</span> HUTAN LINDUNG         | <span style="color: yellow;">■</span> KAWASAN PARIWISATA  |
| <span style="color: green;">■</span> HUTAN PRODUKSI            | <span style="color: brown;">■</span> PERDAGANGAN DAN JASA |
| <span style="color: yellow;">■</span> INDUSTRI DAN PERGUDANGAN | <span style="color: red;">■</span> PERMUKIMAN             |
| <span style="color: magenta;">■</span> PERUMAHAN               | <span style="color: lightgreen;">■</span> PERTANIAN       |
| <span style="color: blue;">■</span> PETERNAKAN                 | <span style="color: purple;">■</span> PERKANTORAN         |



**Skala 1 : 75.000**

0 750 1,500 3,000 4,500 6,000 Meters





PETA SEBARAN CURAH HUJAN KOTA BATU

KETERANGAN :

Geografis

- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Jalan Raya

Hujan Rancangan 5thn

88.85	98.47
91.42	104.84
94.98	107.74



Skala 1 : 35.000

